

Annales

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE

PARIS - GRIGNON

CHAIRE D'AGRICULTURE

CENTRE DE GRIGNON

de

zoologie

écologie animale

Trimestriel

1972

Vol. 4 . N° 1

inra

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

AZEA4.1

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, PARIS-VII^e. Tél. : 551-41-09.

Directeur général : J.-M. SOUPAULT

Directeur général adjoint : J. POLY

Inspecteurs généraux : A. CAUDERON, G. DROUINEAU, R. FÉVRIER, P. MORNET, R. PÉRO

Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : J. POLY

Annales agronomiques.

- M. HALLAIRE, Chef du Département de Bioclimatologie.
- S. HÉNIN, Chef du Département d'Agronomie.

Annales de l'Amélioration des Plantes.

- R. MAYER, Chef du Département de Génétique et d'Amélioration des Plantes.

Annales de Phytopathologie.

- H. DARPOUX, Chef du Département de Pathologie végétale.

Annales de Zoologie - Écologie animale.

- E. BILIOTTI, Chef du Département de Zoologie.

Annales de Zootechnie.

- A.-M. LEROY, Professeur honoraire à l'Institut national agronomique.
- A. RÉRAT, Directeur de la Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs, C. N. R. Z.

Annales de Technologie agricole.

- P. DUPUY, Chef du Département de Technologie des Produits végétaux.
- A. GUILBOT, Directeur de la Station de Biochimie et Physico-Chimie des Céréales et de leurs Dérivés, C. E. R. D. I. A., Le Noyer-Lambert, 91 - Massy.
- G. MOCQUOT, Chef du Département de Technologie des Produits animaux.

Annales de Biologie animale, Biochimie, Biophysique.

- G. FAUCONNEAU, Chef des Départements de Nutrition et d'Élevage.
- A. FRANÇOIS, Directeur de Recherche à l'I. N. R. A.
- C. THIBAUT, Chef du Département de Physiologie animale.

Annales des Sciences forestières.

- P. BOUVAREL, Chef du Département de Recherches forestières, C. N. R. F.
- J.-P. CHESNEAU, École nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, 54 - Nancy.
- J. PARDE, Directeur de la Station de Sylviculture et de Production, C. N. R. F.

Annales de Génétique et de Sélection animale.

- P. MÉRAT, Directeur de la Station de Génétique formelle, C. N. R. Z.
- B. VISSAC, Directeur de Recherche, Département de Génétique animale, C. N. R. Z.

Apidologie (Revue franco-allemande, co-édition I. N. R. A.-Deutscher-Imkerbund).

- J. LOUVEAUX, Directeur de la Station de Recherches sur l'Abeille et les Insectes sociaux, 91 - Bures-sur-Yvette.

Annales de Recherches vétérinaires.

- P. MORNET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.

Annales d'Hydrobiologie.

- R. FÉVRIER, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
- C. THIBAUT, Chef du Département de Physiologie animale.
- R. VIBERT, Directeur de la Station d'Hydrobiologie, 64 - Biarritz.

Annales d'Économie et de Sociologie rurales.

- D. BERGMANN, Chef du Département d'Économie et de Sociologie rurales.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

Service des Publications de l'I. N. R. A., route de Saint-Cyr, 78 - VERSAILLES, Tél. : 950-75-22

ANNALES DE ZOOLOGIE-ECOLOGIE ANIMALE

VOL. 4 N°. 1 1972

Nom de l'emprunteur

Emprunté le

remis le

annales
de
zoologie
écologie animale

Trimestriel

1972

Vol. 4 . N° 1

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique
à l'exception des résumés

ÉTUDE SUR LES FLUCTUATIONS DES POPULATIONS D'INSECTES VIVANT DANS LES SERRES LÉGUMIÈRES DE LA RÉGION PARISIENNE

W. della GIUSTINA

Station centrale de Zoologie
Centre national de Recherches agronomiques, I. N. R. A.,
78 - Versailles

RÉSUMÉ

Cette étude avait pour but de déterminer le ou les différents types de fluctuation des populations de ravageurs des cultures légumières cultivées en serre en l'absence de traitements insecticides chimiques. Parallèlement aux prélèvements hebdomadaires, des élevages en cage sur les plantes en place ont permis de définir la fécondité et la durée de vie des espèces observées. Lorsque les conditions climatiques ont nécessité l'ouverture des panneaux d'aération, des pièges englués sur leurs deux faces et disposés aux ouvertures ont précisé les mouvements des ravageurs à ce niveau intermédiaire entre la serre et l'extérieur.

Très peu de ravageurs se sont développés sur les plantes ; quelques aphides, surtout *Myzus persicae* et *Aphis gossypii* ainsi que la mouche blanche des serres *Trialeurodes vaporariorum*. Pour différentes raisons exposées dans le texte, *Tetranychus urticae* n'est pas apparu.

Myzus persicae envahit très lentement les parties jeunes des laitues et des tomates. Le coefficient de reproduction observée est d'ailleurs supérieur sur les feuilles âgées de tomates tant que la plante croît mais s'inverse après l'écimage de celle-ci.

La courbe démographique de *M. persicae* pendant la culture de laitue d'hiver est une exponentielle. Si les conditions en automne (octobre à décembre) sont moins favorables, les populations atteignent rapidement un palier.

Durant la culture de tomate (mars-juillet), on observe une courbe en cloche du fait de l'action du parasitisme, de l'émigration et de la baisse de la fécondité. Tous ces facteurs sont analysés, en particulier l'activité d'un parasite *Diaretella rapae* introduit naturellement au début du mois d'avril et qui parasitait plus de 80% de la population du ravageur, neuf semaines seulement après sa découverte.

Les conditions culturales des concombres (juillet-octobre) ont éliminé *M. persicae* qui a été remplacé essentiellement par *A. gossypii* malgré des températures dépassant souvent 40°C.

I. — INTRODUCTION

Ce travail a pour but d'étudier l'évolution naturelle des populations de ravageurs des cultures légumières en serre et de connaître ainsi la ou les différentes formes possibles présentées par la dynamique des populations dans ce milieu particulier,

en fonction de l'époque de plantation et de l'espèce cultivée. Il s'agit également d'une première approche dans la connaissance des rapports entre la serre et l'extérieur par l'étude des échanges qui se font dans les deux sens au niveau des ouvertures, en tenant compte également du rôle que peuvent jouer les plantes adventices à l'intérieur de la serre ⁽¹⁾.

La serre peut être considérée comme un « îlot écologique » (d'AGUILAR et della GIUSTINA, 1967) qui, durant les mois d'hiver (novembre à février), est isolé presque complètement de l'extérieur ; ceci pour deux raisons : les températures basses de cette période ne nécessitent pas l'ouverture des panneaux, à l'extérieur, les ravageurs sont à l'état de vie ralentie (diapause, œufs d'hiver...). Aussi peut-on dire que l'immigration est nulle durant ces quelques mois. Pourtant la serre renferme tout au long de l'année une certaine quantité de prédateurs dont la présence est favorisée par les conditions qui restent toujours favorables pour un certain nombre d'entre eux (les pucerons notamment).

Avec les beaux jours, l'élévation de la température extérieure, amplifiée par « l'effet serre », exige pour obtenir un refroidissement de la serre l'ouverture des panneaux pendant une durée de plus en plus longue. A tel point que, pendant les journées chaudes de l'été, certains d'entre eux restent ouverts jour et nuit. Les rapports avec l'extérieur deviennent alors très importants et pour évaluer les mouvements d'entrée et de sortie des insectes (entomophages et ravageurs) la capture, par piégeage, d'un certain nombre d'entre eux s'impose.

II. — MÉTHODES

A. — Choix des cultures

Pour suivre une rotation conforme à ce qui est réalisé dans la pratique, le choix des cultures successives a été le suivant :

Laitue I : de janvier 1968 à mi-mars
Tomate : de mi-mars à septembre
Laitue II : d'octobre à décembre 1968.

En fait, les tomates n'ont pu être maintenues jusqu'à leur récolte complète interdisant ainsi une parfaite compréhension des phénomènes observés. Elles ont été remplacées, à partir de la mi-juillet, par des concombres, une culture haute également.

B. — Distribution des parcelles et sous-parcelles

Les expériences ont eu lieu à Versailles dans deux serres de 200 m² chacune qui seront désignées par la suite serre A et serre B. Elles sont installées côte à côte et leur longueur est disposée parallèlement à l'axe nord-sud.

La comparaison porte sur les différences observées entre des populations non soumises aux insecticides et qui vivent dans deux serres voisines exposées aux mêmes conditions.

En ce qui concerne les laitues, chaque serre a été divisée en 16 parcelles de 7 m², elles-mêmes subdivisées en 12 sous-parcelles de 0,60 m² qui contiennent chacune 12 laitues. Chaque serre est ainsi compartimentée en 192 sous-parcelles, soit 2 304 laitues. Une fois par semaine, une feuille âgée est prélevée dans chaque sous-parcelle, la laitue choisie étant tirée au sort. Ce choix d'une feuille de la périphérie est dû au fait que *Myzus persicae* se concentre préférentiellement en cet

⁽¹⁾ Cette dernière partie fera l'objet d'une publication séparée ainsi que l'analyse statistique de la cinétique de la dispersion.

endroit. Chaque semaine également, des comptages de la population entière d'un certain nombre de laitues sont entrepris pour évaluer la population totale des ravageurs de la serre et pour construire le diagramme de position des pucerons sur la laitue, à partir de l'estimation de la population complète de ces échantillons.

Le dispositif est à peu près identique pour les tomates et les concombres. Chaque parcelle comprend côte à côte deux lignes de 10 pieds soit 20 pieds au total. Le nombre de feuilles prélevées par parcelle représente le tiers du nombre moyen de feuilles existant sur un pied ; c'est ainsi que, leur taille définitive atteinte, les tomates possèdent environ 36 feuilles, 6 feuilles par rangée sont prélevées, soit 12 par parcelle et par semaine.

C. — Distinction des classes d'âge

Pour construire la pyramide des âges, chaque espèce étudiée a été divisée en plusieurs classes d'âge. Pour *Myzus persicae* la distinction est basée sur le travail de SYLVESTER (1954) et porte sur le nombre d'articles que comporte l'antenne. Cinq articles pour les deux premiers stades (G_1), six articles pour les deux derniers (G_2). Chez l'adulte la queue est complètement développée. Pour ce dernier groupe (G_3), il existe une subdivision supplémentaire : aptère et ailé. On aurait pu appliquer également aux G_2 (sans ébauches ou avec ébauches d'ailes) cette distinction afin d'analyser plus complètement les résultats obtenus avec les exemplaires piégés aux ouvertures.

D. — Pièges englués

Pour suivre les échanges avec l'extérieur, des pièges englués sur leurs deux faces ont été construits pour être disposés au niveau des ouvertures. Seules quelques positions d'ouvertures ont été conservées.

Pour les faitières : 3 positions	$\left\{ \begin{array}{l} 0 : \text{fermé} \\ 0,5 : \text{ouvert à moitié} \\ 1 : \text{ouvert complètement.} \end{array} \right.$
Pour les longpans : 2 positions	$\left\{ \begin{array}{l} 0 : \text{fermé} \\ 1 : \text{ouvert complètement.} \end{array} \right.$

Les ouvertures des deux serres sont identiques entre elles et la surface piégée par rapport à la surface totale d'échange est constante et de l'ordre de 1/20.

L'armature de la serre, en fer galvanisé, a permis la fixation d'aimants sur le cadre des pièges afin de faciliter leur pose. Ces aimants ont été assez puissants pour maintenir les pièges en place, excepté de très rares moments de grand vent.

Mais, un tel dispositif ne donne pas entière satisfaction. Il existe, par exemple, une possibilité, pour certains insectes, d'être attirés ou repoussés par les pièges (couleur, turbulence...). De même, certains pucerons ailés sont capables de s'échapper d'une surface engluée si l'extrémité de leurs pattes est, seule, retenue.

Les résultats obtenus sont une indication des mouvements qui se font au niveau des ouvertures sans que l'on puisse affirmer que les pucerons immigrants capturés proviennent effectivement de l'extérieur ; il se peut que des immigrants rebroussent chemin dès leur sortie.

E. — Élevages en cages

L'observation d'élevages en cage dans les conditions de la serre permet différentes comparaisons avec l'évolution naturelle de la population. La fécondité et la durée de vie des pucerons ont été ainsi calculées sur les plantes de l'expérience.

III. — ÉLÉMENTS DE STRUCTURE DES POPULATIONS OBSERVÉES

A. — Variation de la composition faunique dans le temps

Peu d'espèces ont été récoltées mais le point important est la disparition de *Myzus persicae* dès l'installation de la culture de concombre et son remplacement par *Aphis gossypii* et *Trialeurodes vaporariorum* puis sa réapparition, accompagnée de quelques

autres espèces d'aphides numériquement moins importantes, lors de la culture de laitue II, les espèces sur concombre ayant disparu à ce moment.

Laitue I	Tomate	Concombre	Laitue II
J — F — M	A — M — J — J ₁	A — S — O	N — D
<i>Myzus persicae</i>	<i>Myzus persicae</i> <i>Diaretiella rapae</i> (parasite de <i>M. persicae</i>)	<i>Aphis gossypii</i> <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	<i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiph. euphorb.</i> <i>Nasonovia ribis nigri</i> <i>Aulacorthum solani</i>

Il semble que la disparition brutale de *Myzus persicae* avec le changement de culture provienne plutôt des conditions climatiques défavorables que d'une alimentation non appropriée. BROADBENT et HOLLINGS (1951) ont montré que cet aphide meurt après une heure d'exposition à une température supérieure à 37°C. De même, la mortalité va croissant avec l'augmentation de l'humidité relative à ces hautes températures. Deux conditions qui sont pleinement réalisées avec la culture de concombre.

En ce qui concerne les entomophages, *Diaretiella rapae* a été le seul parasite observé. A pareille époque, dans des serres de la région nîmoise, j'ai trouvé 2 parasites dans la population-hôte (*Myzus persicae* sur poivron). Il s'agit de la même espèce qu'à Versailles et d'un *Praon* sp.

Il est intéressant de remarquer que ces deux espèces appartiennent à la même famille des Aphidiidae, famille qui semble ainsi efficace dans la limitation des populations de *Myzus persicae* en serre. Par contre, les prédateurs semblent avoir des difficultés pour s'implanter puisque seules quelques larves de Syrphes ont été observées.

B. — Répartition sur la plante-hôte

Nous venons de voir que la composition faunique est constante pour une même culture, il s'agit maintenant de définir la répartition des individus sur la plante-hôte.

Laitue I.

La figure 1 représente la quantité de pucerons capturés sur les différentes feuilles de laitue, chaque unité comprend trois feuilles. En associant par trois les unités ainsi

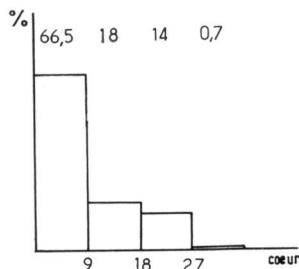


FIG. 1. — Disposition moyenne des pucerons dans la laitue

déterminées, nous obtenons des associations de 9 feuilles dont la première correspond aux feuilles de la périphérie et représente toutes celles qui sont susceptibles d'être ramassées lors des comptages.

Ces feuilles (les plus âgées et les plus grandes) renferment à chaque fois plus de la moitié de la population trouvée, la moyenne à partir de 4 exemples montre que 66,5 p. 100 des insectes sont localisés à la périphérie. Ce résultat avait été noté précédemment par BROADBENT *et al.* (1951). Ce sont les feuilles de la périphérie qui sont envahies les premières et qui supportent les populations les plus nombreuses. Il faut une population déjà importante, plus de 200 pucerons par pied, pour que les jeunes feuilles soient envahies, mais celles qui forment le cœur de la salade ne sont pratiquement jamais colonisées.

Laitue II.

Malgré des densités de population différentes, la colonisation est identique à la culture de laitue I et reste essentiellement cantonnée sur les feuilles les plus âgées.

Il est à noter que *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* se retrouvent sur les mêmes plantes où ils s'y côtoient alors que *Nasonovia ribis nigri* est généralement seul et présente une tendance à envahir tout le pied de la laitue, même lorsque la densité est faible.

Tomate.

La population du ravageur est maximale la dixième semaine quand la hauteur définitive des plantes est atteinte.

Les onzième et douzième semaines, le premier puis le second groupe foliaire disparaissent du fait des prélèvements répétés depuis le début de l'étude mais surtout de leur pourrissement progressif au contact du sol.

La position des aptères non parasités, puis des parasités, enfin des ailés vont être représentées successivement afin de mieux dégager le rôle des parasites et de la forme ailée sur l'évolution de la population.

Position des pucerons aptères non parasités (fig. 2).

L'infestation qui est partie des premières feuilles reste préférentiellement aux étages inférieurs de la plante. La colonisation de la partie supérieure se fait lentement puisqu'il faut attendre la seizième et dernière semaine pour que les pucerons atteignent l'apex de la plante avec, cependant, une concentration toujours plus importante sur les feuilles les moins jeunes.

Les pucerons doivent ainsi trouver une alimentation suffisante sur les feuilles inférieures. WEARING et Van EMDEN (1967) ont montré que *Myzus persicae* dépend moins d'une alimentation fournie à basse pression qu'*Aphis fabae* et *Brevicoryne brassicae* et qu'il tire avantage de la concentration en sucrose des vieilles feuilles.

Position des pucerons parasités (fig. 3).

La coïncidence spatio-temporelle entre la proie et l'entomophage est un facteur très important dans le développement du parasitisme au sein d'une population naturelle (JOURDHEUIL, 1960). Aussi peut-on se demander s'il existe une zone préférentielle d'activité du parasite le long du pied de tomate.

Cette figure montre que les parasites suivent l'envahissement de la partie supérieure de la plante par les aphides, tout en maintenant leur activité principale là où la

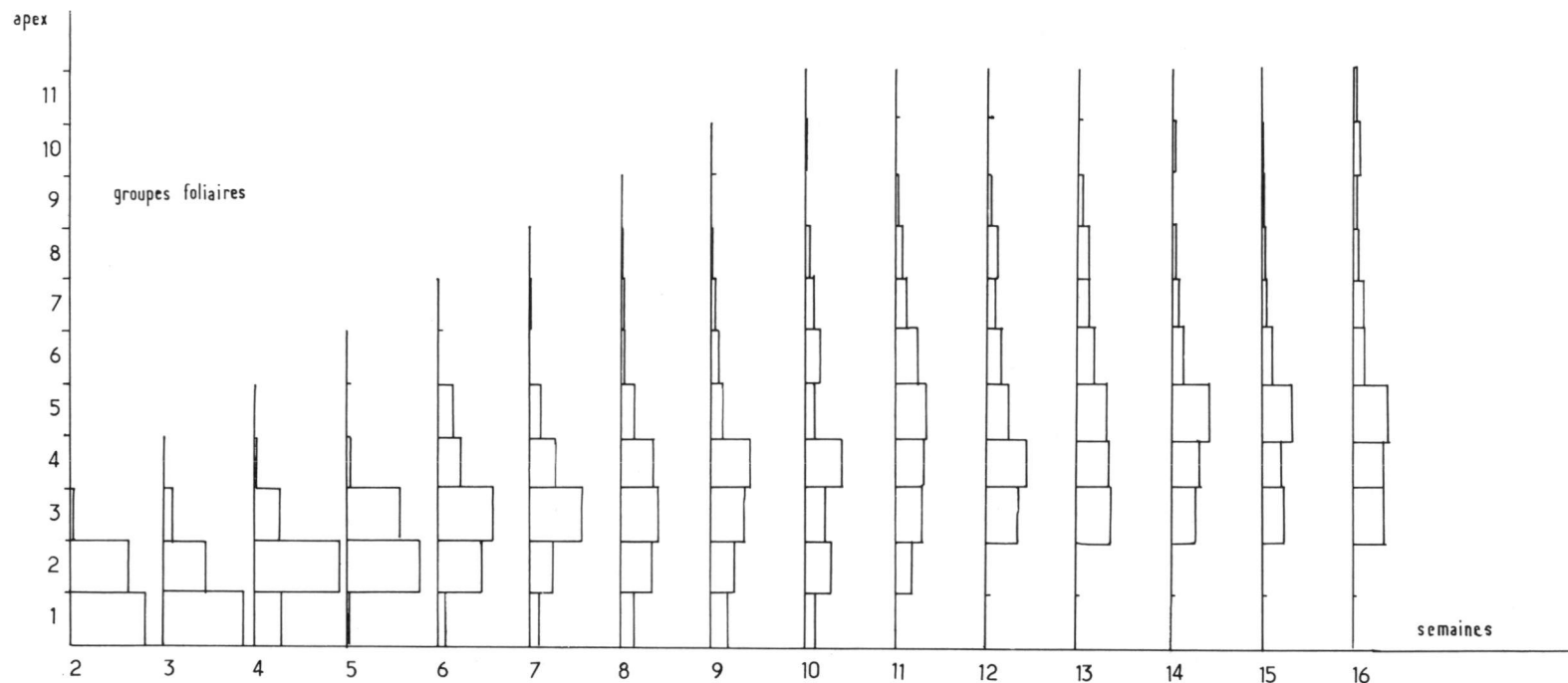
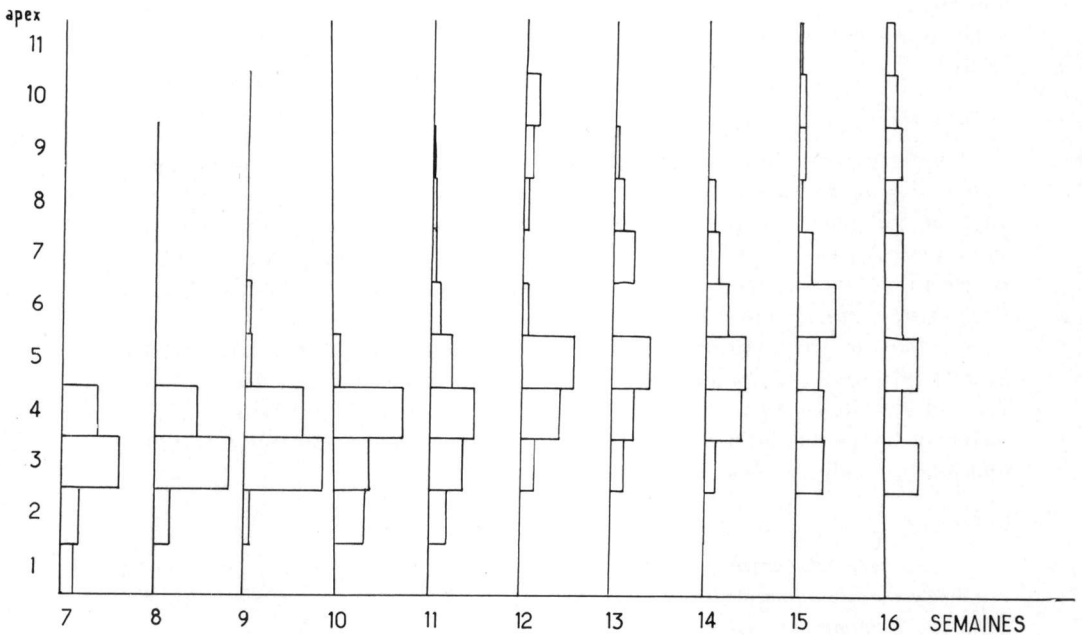
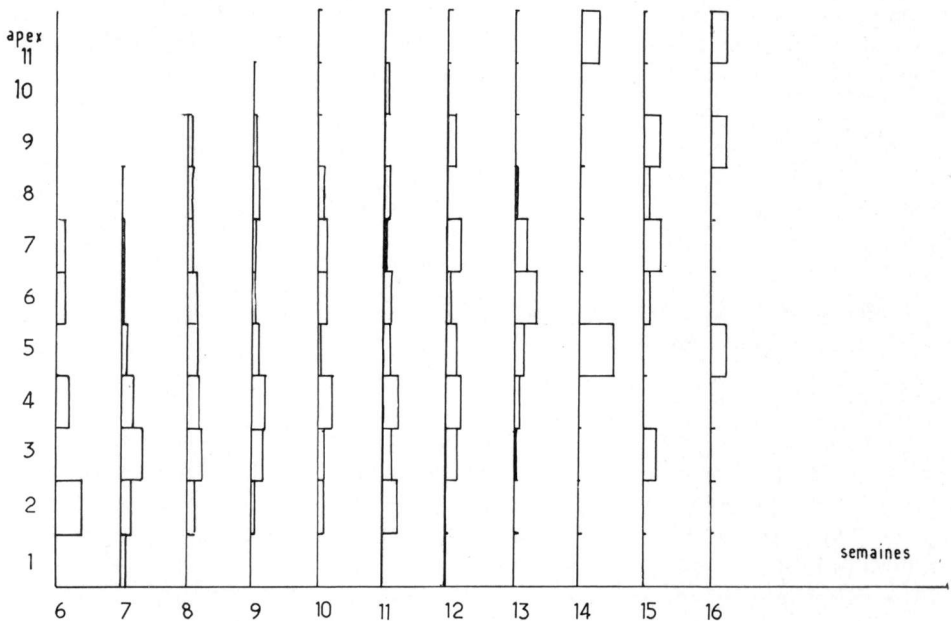


FIG. 2. — Répartition des *M. persicae* aptères non parasités sur les pieds de tomate

FIG. 3. — Répartition des *M. persicae* parasités sur les pieds de tomate

population-hôte est la plus nombreuse. De fait, le léger retard observé dans les premières semaines, entre cette figure et la précédente, doit correspondre au temps nécessaire pour que les premiers symptômes du parasitisme apparaissent. Le microhymé-

FIG. 4. — Répartition de *M. persicae* ailés sur les pieds de tomate

noptère *Diaretiella rapae* m'INT semble donc capable de parasiter *Myzus persicae* quelle que soit la position de ce dernier sur la plante, du niveau du sol à 2 mètres de hauteur.

Position des pucerons ailés (fig. 4).

Le diagramme de la position des ailés va aider à mieux comprendre leur rôle à la fois dans la dissémination de l'espèce et dans la régresssion de la population. En effet, un fort pourcentage sur les feuilles du haut laisserait supposer que les pucerons ne migrent pas vers l'extérieur et se contentent de coloniser les parties des plantes qui ne le sont pas encore, quoique cette distribution puisse s'interpréter également comme une position intermédiaire avant leur sortie de la serre.

En fait, leur répartition est certes un peu plus étalée que celle des aptères, mais ils sont retrouvés essentiellement sur les feuilles du bas, au niveau des fortes densités. Ce résultat et les captures sur les pièges englués indiquent que les aphides ailés doivent rester un temps indéterminé, mais néanmoins de courte durée sur le lieu de leur formation, puis migrer principalement vers l'extérieur.

Concombre.

Rappelons que ce sont les conditions climatiques qui ont très certainement éliminé *Myzus persicae* remplacé par deux autres espèces : un aphide *Aphis gossypii* et un aleurode *Trialeurodes vaporariorum*.

Position de Aphis gossypii (fig. 5).

Le premier résultat représente la population d'une colonie installée sur une seule feuille, mais la distribution tend à s'uniformiser la dernière semaine.

Si l'on compare la répartition de *Aphis gossypii* à celle de *Myzus persicae* sur tomate, nous voyons que le gréganisme est ici plus marqué que dans le cas de *Myzus persicae* car jusqu'à la neuvième semaine incluse, ce sont essentiellement des colonies isolées que l'on trouve dispersées le long de la plante.

IV. — ÉLÉMENTS FONCTIONNELS DES POPULATIONS OBSERVÉES

A. — Fécondité

Elle est calculée à partir des spécimens élevés en cages dont la fécondité a été suivie deux fois par semaine.

Laitue I.

Une quinzaine de jours s'est écoulée entre la plantation et la mise en place des élevages afin que les feuilles, devenues assez larges, puissent supporter les cages. Des adultes y ont été placés pour étudier la durée du cycle à partir des larves néonates qui en sont issues. Mais, du fait des températures moyennes assez basses (12°C environ), la culture s'est achevée avant que les adultes ne meurent, empêchant de définir la durée de vie adulte, donc la durée de vie et la fécondité totale. Les seules données qui peuvent être indiquées concernent la durée du développement larvaire :

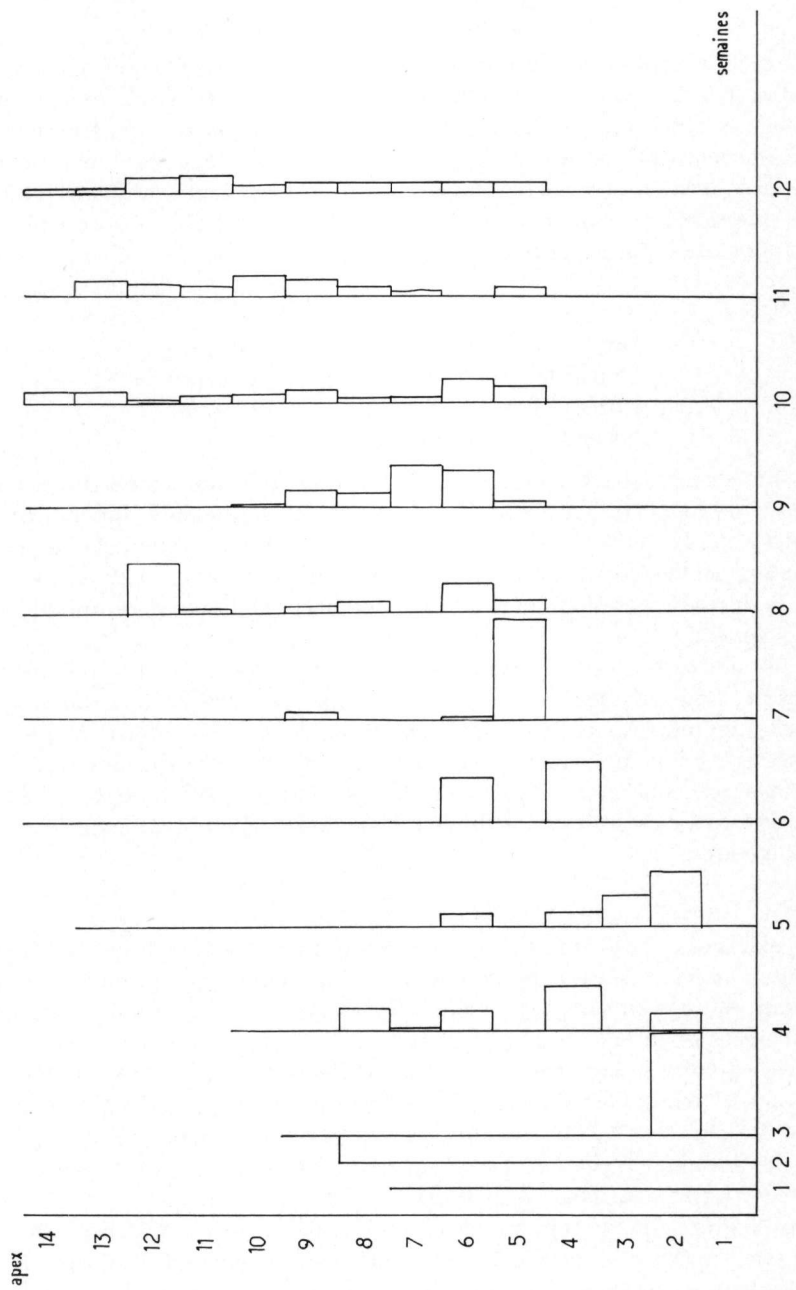


FIG. 5 — Répartition de *A. gossypii* sur les pieds de concombre en serre n° 1

Serre A : Durée de vie larvaire $G_1 + G_2$: 17 jours
(sur 30 individus)

Serre B : Durée de vie larvaire $G_1 + G_2$: 19 jours
(sur 30 individus)

Ces résultats sont voisins de ceux obtenus par BARLOW (1962) qui trouve, pour une température constante de 10°C, une durée de développement larvaire de 17 jours mais sur une plante différente : le tabac. La plante-hôte doit jouer un grand rôle puisque, pour la même température, WEED (1927) obtient 22 jours de développement sur épinard.

La durée de la vie larvaire est plus courte en serre A et peut expliquer avec d'autres causes (l'infestation plus importante du départ par exemple) la croissance plus rapide de cette population par rapport à celle de la serre B.

Laitue II.

Durée de vie larvaire	18 jours
Durée de vie adulte	26 jours
Durée de vie totale	54 jours
Fécondité totale par femelle	12

La durée de vie larvaire est semblable à celle des pucerons élevés sur les laitues I, bien que la température moyenne de celle-ci ait été légèrement supérieure à celle de la culture II. La durée de vie totale, du fait de la prolongation de la vie imaginale est donc augmentée, ce qui est conforme aux données déjà mentionnées de BARLOW (1962) : la durée de vie diminue avec l'augmentation de la température, phénomène d'ailleurs général.

La fécondité observée est très faible. La cause principale étant probablement la température, puisque DELMAS (1967) indique une fécondité réduite de moitié pour des femelles virginipares de *Myzus persicae* élevées à 10°C par rapport à celles vivant entre 15°C et 25°C pour lesquelles il n'existe pas de différence significative. Il trouve également à 10°C une mortalité des femelles pendant la période de reproduction qui atteint 70 p. 100, c'est-à-dire plus du double de ce que l'on obtient avec les températures supérieures.

Tomate.

Les élevages ont été réunis en deux groupes suivant la date de leur implantation. Les résultats doivent être comparés d'abord à l'intérieur du groupe puis entre ceux-ci.

Durant toute la culture, la température moyenne a été à peu près constante, seul l'ensoleillement a varié.

Dans le groupe A : la durée de vie totale est légèrement inférieure pour les élevages installés sur les feuilles les plus hautes. La durée de vie larvaire est plus longue mais la vie adulte plus courte. La fécondité est supérieure sur les feuilles n° 9 puisque le nombre de descendants par femelle est supérieur de 41 p. 100 au résultat obtenu par les femelles virginipares élevées sur les feuilles n° 13, 16, 19.

Dans le groupe B : le rapport est inversé, la durée de vie et la fécondité totale sont, en fait, supérieures aux résultats indiqués car une partie des imagos vivant sur les feuilles hautes ont vécu au-delà de l'enlèvement des tomates.

Cette inversion peut s'expliquer par le fait que les plantes sont écimées depuis la dixième semaine, soit 15 jours avant la mise en place des élevages de la seconde série.

Les tomates ont donc atteint leur taille définitive et cet écimage, ajouté au vieillissement général peut avoir transformé certains mécanismes biochimiques de la plante, se traduisant par des feuilles âgées dont la valeur nutritive est moins grande. De plus, la zone foliaire la plus ancienne ayant supporté la densité maximale de population doit avoir accumulé une certaine quantité de substances toxiques qui peuvent avoir une influence sur le potentiel reproductif de l'insecte.

TABLEAU I

Durée de vie des différents groupes d'âge de Myzus persicae pendant la culture de tomate

Époque de l'élevage		N° de la feuille	Durée de la vie larvaire	Durée de la vie adulte	Durée de la vie totale	Fécondité totale
A	du 8-4 au 27-5	9	10	21	31	53
		13, 16, 19	12	16	28	31
B	du 13-6 au 22-7	11	12	14	23	16
		25	13	17	30	23

Des expériences ont montré que la fécondité moyenne des individus peut varier suivant les stades d'une même espèce végétale (LEGAY et de REGGI, 1964). Non seulement l'âge de la feuille mais la position de l'aphide sur celle-ci interviennent également sur son développement (LOW, 1967).

Il semble bien que ce soit la variation de la composition chimique du substrat qui agit sur la fécondité, en particulier la teneur en azote (AUCLAIR *et al.*, 1957; MALTAIS et AUCLAIR, 1957; LEGGE 1968).

Il faut noter également la faible fécondité observée, quelle que soit la position de la feuille sur laquelle est installé *Myzus persicae*, puisque les résultats obtenus dans cette étude, n'atteignent que 70 p. 100 de la valeur de celle trouvée par certains auteurs (SYLVESTER, 1954; BARLOW, 1962).

B. — Mortalité et survie

Les essais pour déterminer l'importance relative de la mortalité au cours des différents âges de l'insecte, entrepris à partir des résultats obtenus des élevages en cage, risquent en réalité de donner une idée fausse de la mortalité réelle dans la serre. En effet, si l'on prend le schéma de PEARL et MINER (1935), concernant la distribution possible de la survie globale par rapport à l'âge, on sait que cette survie dans les élevages est généralement intermédiaire entre le type I « rectangulaire oblique négatif » et le type II « diagonale » alors que les populations naturelles d'insectes, hormis les cas d'explosion démographique, se rapprochent d'avantage d'une courbe se situant entre le type II et le type III « rectangulaire oblique positif » ; ce qui représente une mortalité plus forte au début de la vie (ODUM, 1959; SCHWERDTFEGER, 1968). C'est ce que nous constatons avec la figure 6.

NOMBRE D'APHIDES en
DONNEES LOG.

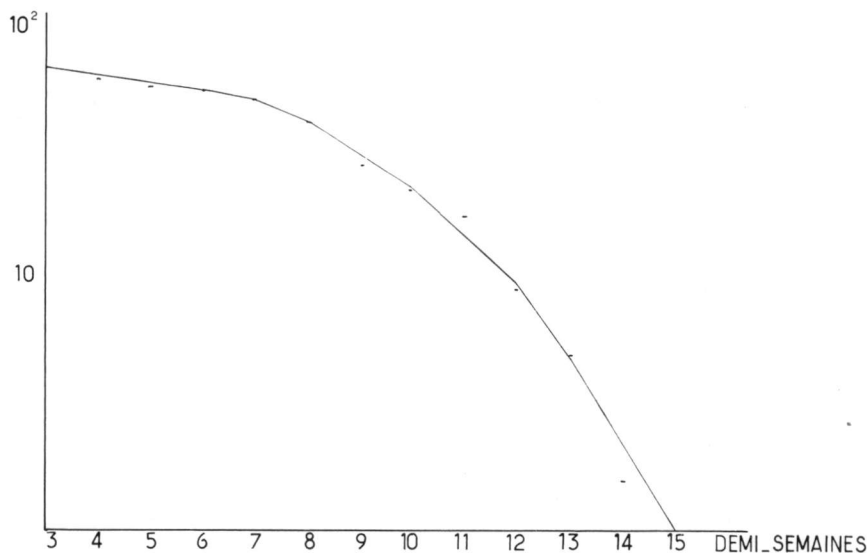


FIG. 6. — Courbe de survie de *M. persicae* élevé en cage durant la culture de tomate

Dans cet exemple, il est tenu compte de toutes les disparitions d'insectes bien que la mortalité, durant les premières semaines, soit due essentiellement au fait que certains aphides ne sont pas retrouvés au moment des comptages, sans qu'ils soient, pour cela, effectivement morts (évasion...). En fait, dans les élevages qui ont été étudiés ici la courbe réelle est du type I.

Nous voyons donc que la table de survie, en élevage, est différente de la table de survie dans les conditions naturelles, ne serait-ce que par l'impossibilité pour certains facteurs extérieurs d'agir sur les insectes (entomophages). Pour cette raison, il n'est pas possible de construire un diagramme longitudinal de Lexis qui aurait permis de suivre dans le temps, la survie d'une cohorte représentative de la population.

L'imbrication des générations les unes dans les autres ajoutée au fait que la distribution des âges n'est pas stationnaire ne permet pas non plus l'analyse transversale.

V. — DYNAMIQUE DES POPULATIONS

A. — Dynamique des éléments de structure

Évolution des classes d'âge en p. 100 (fig. 7 et 8).

La culture de laitue I, qui est la plus caractéristique à cet effet, sera prise comme exemple.

Chaque courbe est sensiblement parallèle à l'axe des abscisses. De plus, la variation autour de la valeur moyenne est faible, de l'ordre de quelques p. 100, excepté en

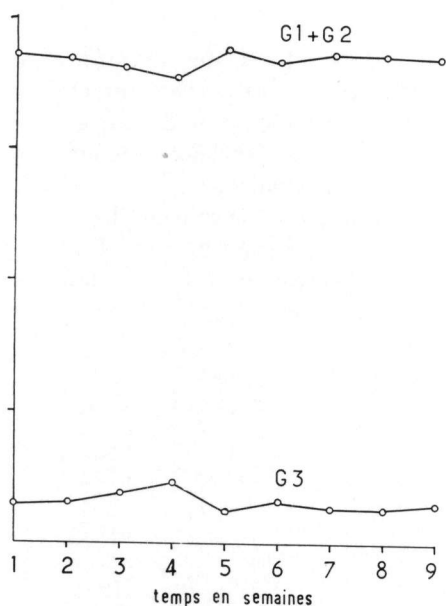


FIG. 7. — Rapport en pourcentage entre les larves et les adultes

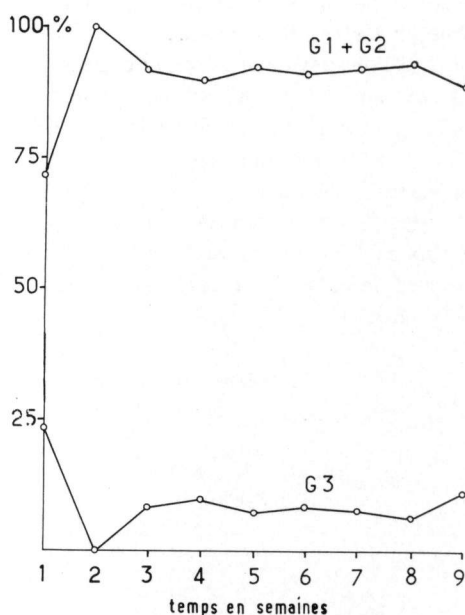


FIG. 8. — Rapport en pourcentage entre les larves et les adultes

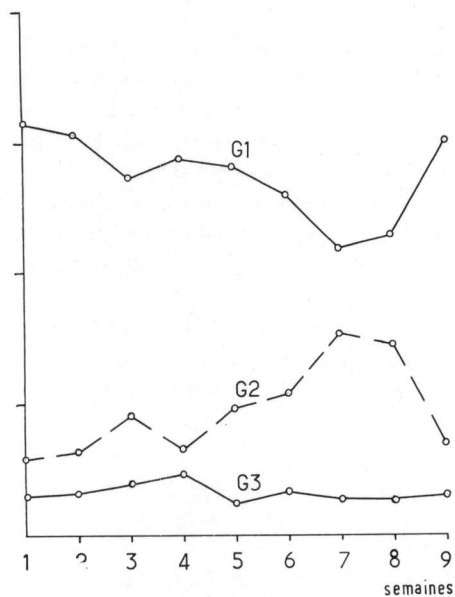


FIG. 9. — Rapport en pourcentage entre les trois classes d'âge

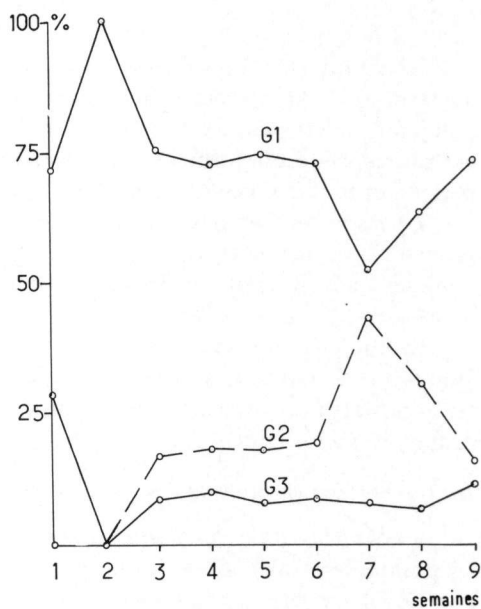


FIG. 10. — Rapport entre pourcentage entre les trois classes d'âge

serre B pendant les premières semaines où les prélèvements sont trop faibles pour donner des résultats précis.

Si l'on distingue les deux classes d'âge caractérisant les stades larvaires (fig. 9 et 10), leurs deux courbes ne sont pas aussi constantes que lorsqu'elles sont additionnées et varient inversement du fait de la stabilité relative de celle des imagos.

A noter que, dans les deux serres, le pourcentage des G_1 (les deux premiers stades larvaires) passe par un minimum inexplicable la septième semaine.

La détermination de l'importance de la mortalité des aphides pour chacune des 3 classes d'âge est possible si l'on utilise les données des élevages en cages. Durant la culture de laitue I, en serre A, la durée de développement des $G_1 = 9$ jours, des $G_2 = 8$ jours.

TABLEAU 2
Importance relative de la mortalité à chaque classe d'âge

G_1 ($L_1 + L_2$) au départ	G_2 ($L_3 + L_4$) comptés 9 jours plus tard	Différence (%)	G_3 comptés 17 jours plus tard	Différence (%)
70	70	0	80	+ 14
150	240	+ 60	175	+ 16
200			200	0
500	710	+ 44	280	— 44
1 000	1 490	+ 49		
1 510			1 130	— 25
1 730	1 800	+ 4		
1 990	2 090	+ 5		

Très rapidement les G_2 sont plus nombreux que prévu. Ceci est dû, notamment, au résultat de la septième semaine qui indique un grand nombre de larves âgées. Si l'on joint directement sur la courbe des G_2 , le résultat de la sixième semaine à celui de la huitième, la droite obtenue est sensiblement parallèle à celle des G_1 pour la même période et la différence en faveur des G_2 est alors bien moins importante.

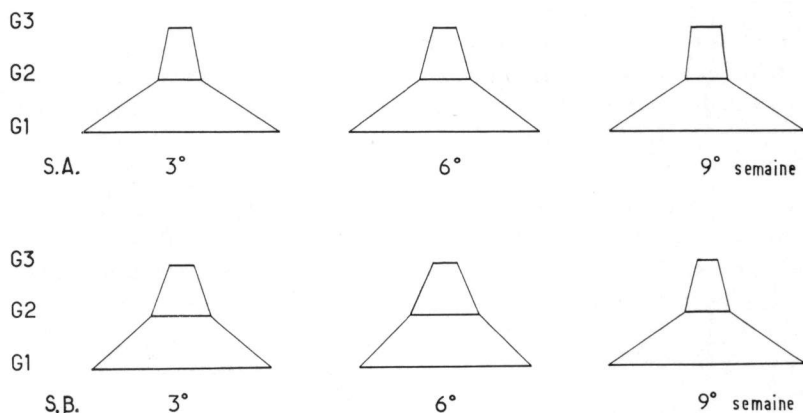
La quantité d'imagos, par contre, est très vite inférieure à celle des G_1 dont elle provient, sans même tenir compte du fait que le stade adulte s'étendant sur plusieurs semaines, l'on devrait retrouver, par cumul, ceux qui ont été formés les semaines précédentes.

Ceci montre que la durée du développement est légèrement plus courte pour les jeunes larves (G_1) que pour les plus âgées (G_2). Le point le plus intéressant, toutefois, est la disparition importante des adultes bien que la présence d'entomophages, d'épidémie ou d'aîlés n'ait pas été constatée.

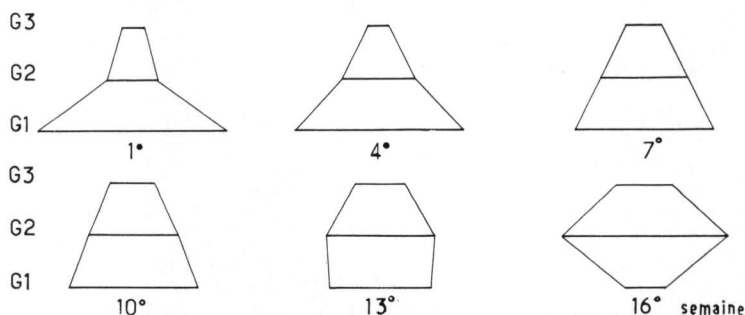
Évolution des pyramides d'âge.

Laitue I (fig. 11). — La durée d'une génération étant comprise entre 15 et 21 jours, les pyramides sont établies toutes les trois semaines.

Les deux serres ont des évolutions sensiblement identiques et constantes dans le temps. Leurs bases larges indiquent un fort pourcentage de jeunes larves (G_1) ce qui, malgré la disparition importante des imagos (G_3), représente des populations en pleine expansion (ODUM, 1959).

FIG. 11. — Évolution de la pyramide des âges de *M. persicae* pendant la culture de laitue 1

Tomate (fig. 12). — Les pucerons parasités ont été écartés de cette récapitulation car ils appartiennent aux deux derniers groupes G_2 et G_3 dont la distinction est malaisée car le corps est alors profondément modifié et la présence d'une queue bien développée uniquement chez les imagos (G_3) n'est plus un caractère de différenciation aussi absolu. De toute façon, les individus parasités doivent être considérés comme des animaux morts pour la population.

FIG. 12. — Évolution de la pyramide des âges de *M. persicae* pendant la culture de tomate

Ce résultat ne ressemble pas à celui obtenu précédemment car un vieillissement progressif de la population peut être remarqué. Dans un premier temps, celle-ci est très jeune puis, à partir de la septième semaine, le nombre des G_1 commence à diminuer notablement. La seizième semaine, il ne reste qu'un faible pourcentage de jeunes larves au bénéfice des plus âgées et des adultes.

La fécondité diminue avec le temps. Nous avons vu, également, que les feuilles n° 11, niveau où il y a encore une densité assez forte, sont moins favorables à la reproduction des aphides que celles des niveaux supérieurs. Ceci est confirmé par WAY et BANKS (1967) qui trouvent que le poids des aptères et des ailés de *Aphis fabae* sur fève diminue avec l'augmentation de la densité, donc de la compétition, au-delà d'un certain seuil. Ils pensent qu'une telle baisse favorise probablement la formation de nombreux adultes stériles.

Une autre cause importante est l'action du parasitisme qui s'accroît avec le temps

et abaisse progressivement le nombre des jeunes larves par l'accroissement rapide de la mortalité des stades postérieurs et par la castration parasitaire des adultes.

Cette diminution continue des naissances détermine un vieillissement bien visible sur les pyramides successives et une régression concomitante de la population.

B. — Dynamique et influence des entomophages

Un seul entomophage s'est installé naturellement dans la serre durant la culture de tomate. Il s'agit de *Diaretiella rapae* (Hyménoptère Aphidiidae) qui a montré une activité reproductrice importante et, par là même, une grande efficacité dans la régression de la population-hôte.

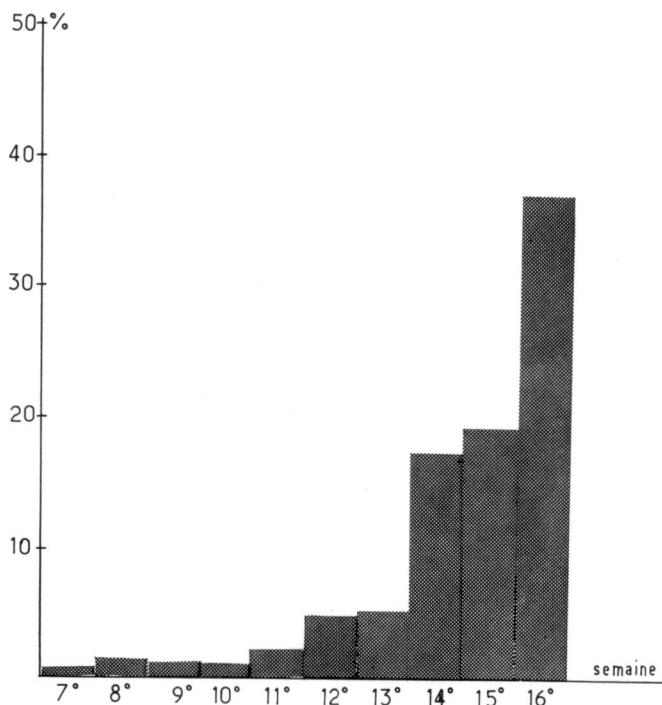


FIG. 13. — Rapport en p. 100 entre les pucerons parasités détectables et le total des $G_2 + G_3$

La phase d'établissement est assez longue : 5 à 6 semaines (fig. 13), mais les premiers insectes parasités ont dû l'être au moins trois semaines plus tôt. Ce phénomène a donc débuté précocement, aux environs de la mi-avril, et une infestation artificielle massive à ce moment ou plus tôt, devrait donner des résultats très satisfaisants. En effet, la dernière semaine, soit 9 semaines après la première observation de la présence du parasite, plus du tiers des pucerons en âge de présenter les symptômes du parasitisme (G_2 et G_3) les montre. Il faut souligner que ce chiffre est donné par défaut, puisqu'il ne tient compte que des insectes qui sont parasités depuis un certain temps, présentant un symptôme déjà visible à la loupe binoculaire. Le premier signe de parasitisme observable caractérise le moment où le jeune embryon de *Diaretiella* forme un petit croissant noir à l'intérieur du puceron qui n'a pas encore pris sa couleur ni sa forme particulières.

D'après les travaux de BROUSSAL (1966) et LYON (1968) on peut dire que la moitié des pucerons parasités n'est pas détectée. Dans ces conditions, c'est en fait probablement plus de 80 p. 100 de la population totale qui est parasitée.

Il semble que le parasitisme soit un mécanisme efficace quant à la limitation des pucerons des cultures sous verre. RICHARDSON et WESTAL (1965), ayant utilisé un Chalcidien *Aphelinus semiflavus* pour limiter la population de certains aphides dont *Myzus persicae*, ont été amenés à faire des lâchers ultérieurs de ravageurs pour maintenir le parasite.

C. — Dynamique de la migration

La forme ailée a été numériquement importante chez les aphides pendant les cultures de tomate et de concombre mais quelques spécimens ont été observés également sur la laitue II.

Si les mouvements intérieurs des ailés ont joué un rôle négligeable dans la répartition des insectes, les échanges avec l'extérieur ont été importants comme le montrent les résultats du tableau 3.

TABLEAU 3

Captures des aphides ailés sur les pièges englués

N° de la semaine	Date	Nombre d'ailés récoltés sur les laitues de la serre	Captures sur la face intérieure (émigration)	Capture sur la face extérieure (immigration)
2	1-7/4	0	0	0
3	8-14/4	—	—	—
4	15-21/4	—	—	—
5	22-28/4	—	—	—
6	29-5/5	8	—	—
7	6-12/5	215	31	3
8	13-19/5	457	56	5
9	20-26/5	458	10	1
10	27-2/6	254	12	4
11	3-9/6	71	17	6
12	10-16/6	57	13	13
13	17-23/6	33	11	13
14	24-30/6	3	16	9
15	1-7/7	15	21 + 3 Aleurodes	9
			187	63

Le nombre d'insectes récoltés sur les pièges est sensiblement le même durant toute l'expérience, excepté les 7^{ème} et 8^{ème} semaines. Si le rapport entre les captures et le nombre de pucerons se déplaçant au niveau des ouvertures est à peu près constant, il sort trois fois plus d'aphides qu'il n'en rentre, mais les immigrants peuvent être des émigrants qui ont rebroussé chemin comme semble l'indiquer le fait que les entrées ne sont observées qu'au moment de l'enregistrement des sorties. Néanmoins, cette hypothèse reste à confirmer.

Nous pouvons estimer le nombre des pucerons se déplaçant au niveau des ouvertures pendant toute la durée de la culture puisque la surface piégée représente le vingtième de la surface totale d'échange.

Il y a eu 3 000 à 4 000 émigrants et 1 000 à 1 500 immigrants. Ce sont des chiffres importants, surtout en ce qui concerne les immigrants qui peuvent, après ingestion de certains virus avant leur entrée dans la serre, transmettre alors une maladie virale toujours redoutable.

D. — *Évolution générale des populations — Essais d'interprétation*

Laitue I.

Serre A (fig. 14).

D'après la figure 14, la population de *Myzus persicae* qui n'a pas atteint, la neuvième et dernière semaine, la densité maximale que les laitues peuvent supporter, est représentée par une exponentielle. Cette courbe en J (ODUM, 1959) ne présente que les deux premières parties du schéma classique : la phase d'installation et une fraction de la phase logarithmique puisque l'on ne remarque pas encore d'inflexion de la courbe. De plus, les dénombrements concernant l'évolution de la population totale estimée à partir des comptages sur laitues entières, ayant été prolongés d'une semaine par rapport aux prélèvements parcellaires, sont représentés toujours par une courbe exponentielle indiquant ainsi que la population est encore en pleine expansion huit jours après l'arrêt de l'expérience (fig. 15). La résistance de l'environnement n'est pas encore suffisante pour infléchir la courbe vers l'asymptote K représentant la charge biotique maximale que peuvent supporter les salades.

TABLÉAU 4

Comptages de Myzus persicae pendant la culture de la Laitue I

	Semaine	G ₁	G ₂	G ₃	Total	Population totale estimée
Serre A	1	11	12	1	14	
	2	29	6	3	38	
	3	72	24	10	106	16 596
	4	150	34	24	208	20 284
	5	504	172	42	718	45 178
	6	1 014	418	127	1 559	48 405
	7	1 970	1 388	283	3 601	62 696
	8	2 720	1 733	314	4 767	537 987
	9	11 270	2 583	1 129	14 982	2 462 976
	10	—	—	—	—	4 522 752
Serre B	1	5		2	7	
	2	2			2	
	3	9	2	1	12	30 426
	4	36	9	5	50	34 114
	5	119	29	12	160	49 327
	6	163	43	19	225	31 809
	7	218	169	33	420	89 434
	8	1 442	686	147	2 275	164 116
	9	1 892	404	284	2 580	—
	10	—	—	—	—	276 480

Ces mêmes résultats ont montré que la répartition tend à s'homogénéiser dans la serre, faisant apparaître une contamination générale et progressive des laitues au fur et à mesure de l'accroissement de la population.

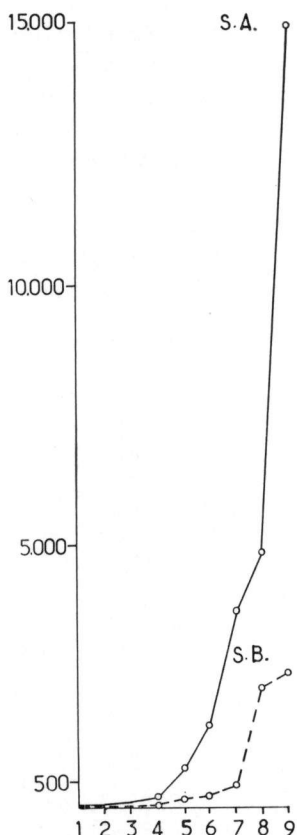


FIG. 14. — Évolution de la population de *M. persicae* d'après les prélèvements parcellaires

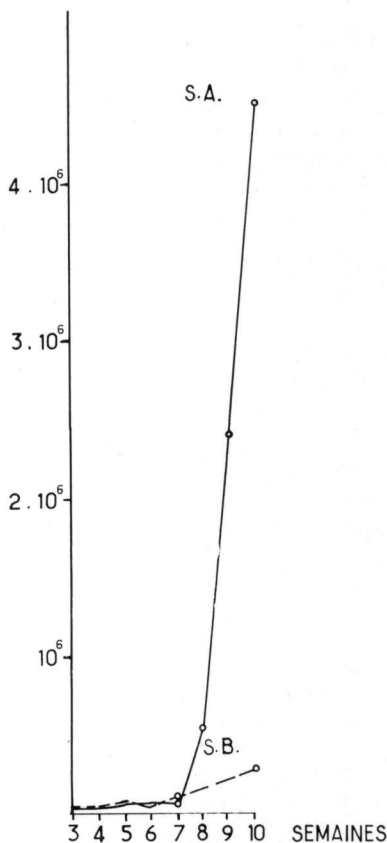


FIG. 15. — Estimation de la population à partir des comptages sur laitues entières

Le calcul du coefficient de reproduction observée, à partir de la formule :
$$r = \frac{\log y^2 - \log y^1}{x^2 - x^1}$$
 où y^2 et y^1 sont deux valeurs de la population à deux moments différents de la culture x_1 et x_2 , donne :

pour les prélèvements foliaires : $r = 0,36$

pour les prélèvements sur laitues entières : $r \neq 0,36$

La fécondité n'est pas affectée, malgré une préférence marquée des aphides pour les feuilles âgées, par leur position sur la plante.

Serre B (fig. 14).

La phase d'installation dure plus longtemps qu'en serre A (jusqu'à la septième semaine). Seule la huitième représente la phase logarithmique puisque la semaine suivante on constate la phase d'accélération négative du schéma général. Cette

inflexion est due à une régression importante et inexpliquée des larves âgées (G_2) la dernière semaine des prélèvements.

Tomate (fig. 16).

La courbe 16, quant à ses trois premières phases est caractéristique d'une évolution normale, mais le plateau qui doit suivre théoriquement est escamoté et s'infléchit aussitôt après que la valeur optimale ait été atteinte, pour décroître progressivement jusqu'à un niveau de population voisin de celui du départ. Une courbe en cloche presque symétrique est ainsi obtenue, dont la seconde partie, représentant la régression de cette population, est la plus intéressante.

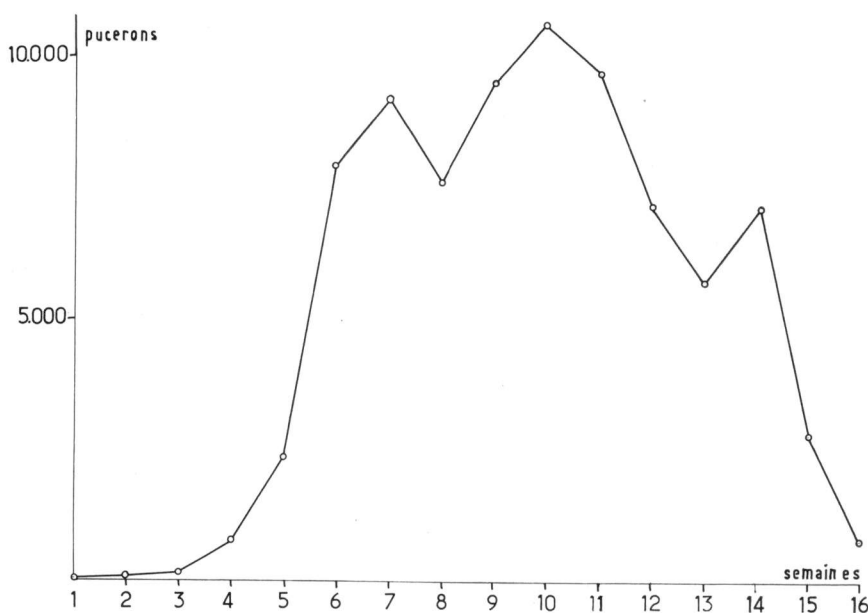


FIG. 16. — Évolution de la population de *M. persicae* sur tomate

Le coefficient de reproduction observée pour la phase ascendante est $r = 0,41$, une valeur voisine de celle trouvée pour la culture de laitue I du début de l'année. En réalité, la multiplication de *Myzus persicae*, est plus rapide sur laitue que sur tomate, puisque r est optimal pour une température de 25°C , c'est-à-dire voisine de celle rencontrée pendant la culture de tomate mais éloignée de celle de la culture de laitue I.

Le taux de reproduction pendant la phase de régression est :

$$r = -0,21.$$

Mais, du fait de la remontée passagère la quatorzième semaine, le coefficient pour les deux dernières est encore inférieur puisqu'il vaut :

$r = -0,47$ et donc supérieur, en valeur absolue, au coefficient correspondant à la phase de croissance logarithmique.

Différentes causes ont été recherchées pour expliquer cette diminution graduelle que l'observation des pyramides d'âge montre très bien. Ces dernières indiquent, en effet, un vieillissement progressif caractérisé par une diminution de la proportion des G_1 ($L_1 + L_2$).

Certains facteurs intrinsèques ont été mis en avant : la baisse de la fécondité en fonction du temps et de la position des aphides sur la plante. On a vu également que le parasitisme, de plus en plus important avec le temps, élimine des individus qui arrivent au stade de la reproduction. Plus de 80 p. 100 des insectes sont parasités et l'élimination d'une telle proportion de larves et d'adultes se traduit par une population qui disparaît. L'apparition des ailés et leur départ vers l'extérieur est un mécanisme qui n'a pas été négligeable.

TABLEAU 5

Comptages de Myzus persicae pendant la culture de tomate

Semaine	G ₁	G ₂	G ₃	G ₃ ailés	Pucerons parasités	Total compté	Total population non parasitée	Population rectifiée (1)
1	111	30	13			154	154	
2	111	80	45			236	236	77
3	244	91	54			389	389	191
4	1 287	558	149			1 994	1 994	791
5	3 615	1 994	661			6 266	6 266	2 418
6	8 032	6 485	1 985	8		16 510	16 510	7 958
7	8 134	5 208	2 104	215	56	15 717	15 661	9 544
8	7 112	4 365	1 429	457	91	13 454	13 363	7 636
9	7 242	5 475	1 719	458	92	14 986	14 894	9 544
10	7 447	5 127	2 590	254	88	15 506	15 418	10 649
11	6 096	4 208	1 665	71	132	12 172	12 172	9 700
12	5 089	4 029	1 943	57	307	11 425	11 118	7 185
13	3 096	3 299	1 524	33	257	8 209	7 952	5 757
14	2 818	4 467	1 657	3	1 362	10 307	8 945	7 178
15	921	1 693	733	15	571	933	3 362	2 831
16	110	463	160	3	358	1 094	736	801

(1) Population rectifiée = population obtenue après avoir remplacé les différentes valeurs d'un même groupe foliaire par leur moyenne lorsque les 2 ou 3 feuilles de ce groupe ont été comptées.

Concombre.

Il n'a pas été rencontré de pucerons parasités mais, du fait de l'importance de la population les dernières semaines et du vieillissement de la culture, de nombreux ailés ont été notés.

Aphis gossypii tend à envahir la plante rapidement et il semble même qu'une certaine migration de la population ait lieu vers l'apex des concombres.

Il faut rappeler également l'apparition d'un second ravageur : *Trialeurodes vaporariorum*, mais les conditions climatiques ne lui étant pas favorables, cette espèce n'a pu que se maintenir.

Aphis gossypii (fig. 17).

La phase d'installation de la population se termine la huitième semaine en serre A mais est pratiquement escamotée dans la serre B. La phase logarithmique débute la huitième semaine pour la serre A et la neuvième pour la serre B.

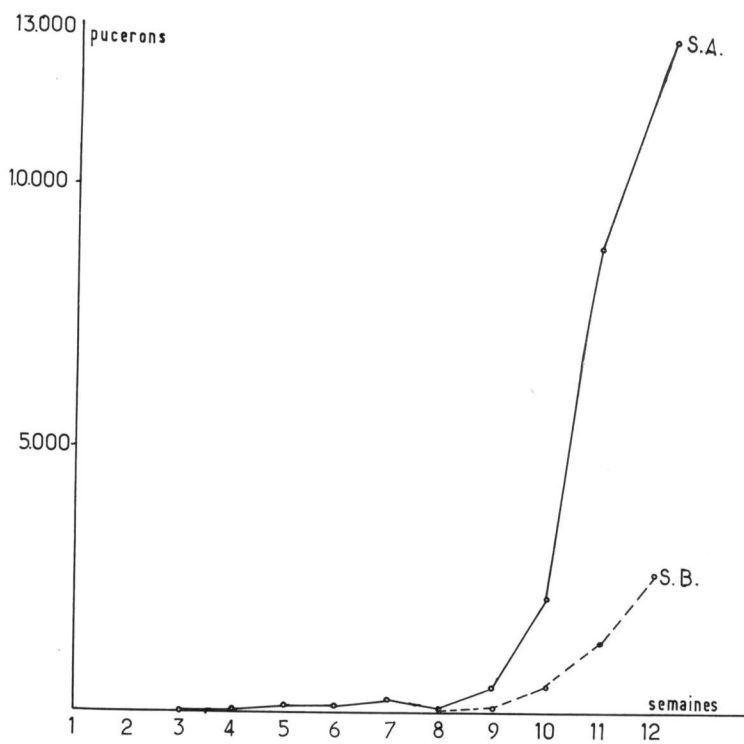
FIG. 17. — Évolution des populations de *A. gossypii* sur concombre

TABLEAU 6

Comptages de *Trialeurodes vaporariorum* et de *Aphis gossypii* pendant la culture de concombre

Semaine	Aleurodes		Pucerons	
	Serre A	Serre B	Serre A	Serre B
1	1	4		1
2	3	—		
3	47	140	22	
4	237	271	27	
5	358	655	112	
6	499	1 073	94	139
7	274	882	228	
8	122	451	60	17
9	463	291	468	79
10	91	701	2 451	491
11	209	795	8 894	1 263
12	740	985	12 838	2 615

Les coefficients de multiplication observée donnent, pour la phase logarithmique,

en serre A $r = 0,58$ en serre B $r = 0,55$

Il est à noter que le coefficient de la serre A est le plus élevé de tous ceux qui ont été observés au cours de cette année, de plus ; comme pour la culture de laitue I, le niveau de population lors de la première phase est plus élevé en serre A, ce qui a permis un accroissement plus rapide.

Trialeurodes vaporariorum (fig. 18).

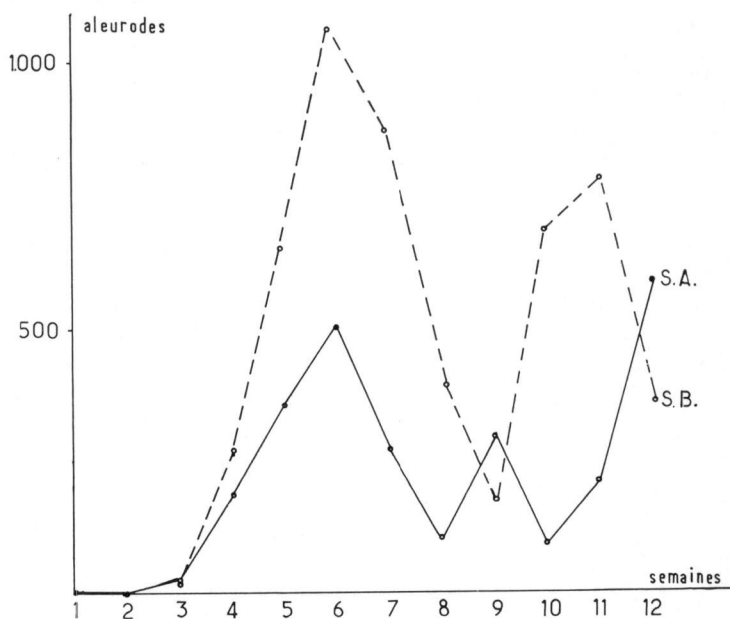


FIG. 18. — Évolution de populations d'Aleurodes sur concombre

Les œufs n'ont pas été comptés, seuls les imagos et les larves figurent dans la récapitulation.

Après les phases d'installation et logarithmique, courtes toutes les deux, un plateau fait suite, dont les valeurs subissent des variations importantes.

Les chiffres trouvés n'atteignent jamais ceux obtenus pour les pucerons. Ce sont les conditions climatiques auxquelles les insectes sont soumis qui en sont l'explication comme nous allons le voir, car la présence d'épidémies ou d'entomophages n'a pas été observée.

WEBER (1931) a montré dans sa monographie que la limite supérieure de température pour le développement de l'œuf se trouve aux environs de 32°C. Cette limite atteinte, l'embryon ne se développe plus et meurt. Cette même température se retrouve pour le stade larvaire L_1 mais est inférieure pour les stades suivants, surtout lorsque l'hygrométrie est élevée. Jusqu'à 30°C, une température croissante augmente le nombre d'éclosions, alors qu'une forte humidité l'inhibe, principalement lorsqu'elle est accompagnée d'une température élevée. Les imagos fraîchement éclos ou en cours d'éclosion sont tués après une exposition de deux heures à 37°C. Les températures situées entre 18°C et 26°C, accompagnées d'une humidité moyenne, sont les plus favorables. Ceci explique que seul un petit nombre d'individus a pu se maintenir dans des conditions aussi défavorables pour l'espèce. Les températures basses la nuit ont permis à quelques individus seulement de se maintenir.

La température dans les serres étant proche de la température létale, il suffit d'une pointe de chaleur ou d'une forte hygrométrie prolongée quelque peu, pour que la population diminue notablement sans pouvoir dépasser, par ailleurs, un seuil numérique relativement bas. Ces conditions figurent sur les feuilles d'enregistrement hebdomadaires thermohygrométriques.

Laitue II (fig. 19).

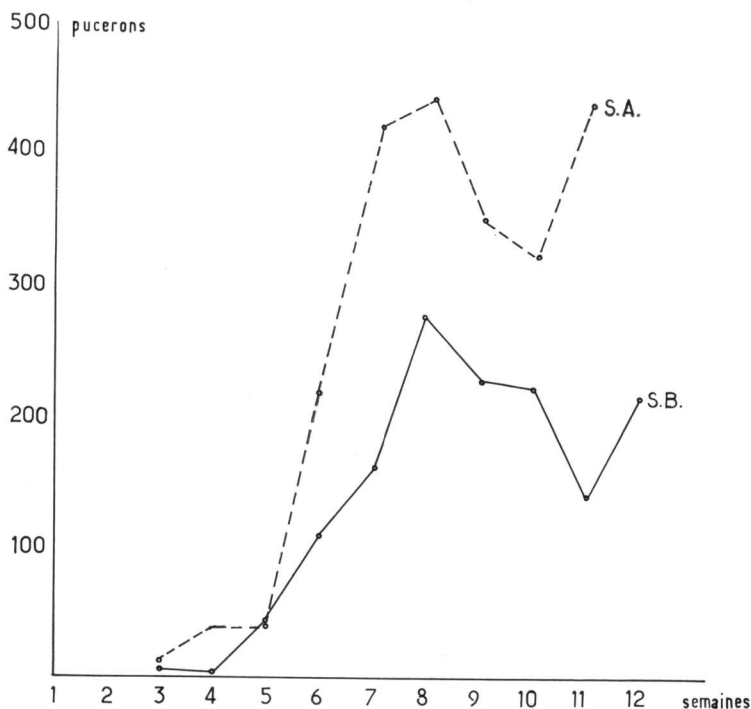


FIG. 19. — Évolution des populations totales d'aphides pendant la culture de laitues n° 2

En dehors de *Myzus persicae*, plusieurs espèces d'aphides ont fait leur apparition. Il s'agit de *Macrosiphum euphorbiae* (THOR), *Nasonovia ribisnigri* (MOSLEY), *Aulacorthum solani* (KLTB). Ces pucerons, communément rencontrés sur les laitues, (ANONYME, 1967), sont plus nombreux en serre A qu'en serre B.

La croissance de la population totale est différente de celle qui a été observée plus tôt avec la culture I. La population reste toujours très faible malgré un séjour prolongé de quelques semaines. On peut imaginer plusieurs hypothèses pour expliquer cette évolution :

— la qualité de la plante-hôte : le manque de lumière a permis la chlorose importante constatée sur les feuilles âgées et empêché une pommaton normale. La laitue, dans de telles conditions, a un développement différent de la normale, qui se caractérise, pour l'Homme, par une certaine amertume. La plante doit fabriquer d'autres métabolites qui peuvent être des répulsifs, mais surtout diminuer la fécondité des insectes inféodés ;

— les traitements anticryptogamiques nécessaires à la lutte contre le botrytis

ont pu influencer directement sur les déprédateurs comme d'autres déjà connus : McCLANAHAN (1970) ;

— la température fournie avoisinant 10°C en moyenne, avec des minimums inférieurs à 5°C la nuit, a eu une action dépressive sur le pouvoir de multiplication, de même que sur le développement de ceux qui y sont soumis (DELMAS, 1957).

En fait, les populations d'aphides vivant sur les laitues de serre ayant une croissance normale doivent présenter une évolution numérique semblable à celle obtenue pendant la Laitue I. C'est l'état sanitaire (maladies) de la plante qui est la cause principale du cas contraire.

TABLEAU 7

Comptages de Myzus persicae et des autres Aphides pendant la culture de laitue II

	Semaine	G ₁	G ₂	G ₃	Total	Total des autres Aphides	Population totale prélevée	Population totale estimée
Serre A	1							
	2							
	3	5	1	0	6	12	18	
	4	19	15	3	37	38	75	
	5	58	25	14	97	38	135	6 912
	6	102	77	35	214	217	431	3 760
	7	243	86	39	368	421	789	97 920
	8	192	64	31	287	443	730	76 493
	9	42	29	25	96	350	446	59 904
	10	64	21	15	100	323	423	69 581
	11	53	8	15	76	428	504	133 632
Serre B	1							
	2							
	3	3	1	3	7		7	
	4	1	2	1	4		4	
	5	23	18	2	43		43	
	6	65	33	10	108		108	17 080
	7	104	43	14	161		161	23 040
	8	173	72	23	271		271	19 584
	9	126	61	35	222	4	226	21 888
	10	128	50	35	213	8	221	66 336
	11	17	77	30	124	16	140	74 188
	12	161	15	36	212	3	215	164 736

VI. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Schéma d'ensemble

Peu d'espèces ont été récoltées, 5 aphides : *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Aulacorthum solani*, *Nasonovia ribisnigri*, *Macrosiphum euphorbiae* et un aleurode : *Trialeurodes vaporariorum*, encore que seules les deux premières espèces citées aient eu une importance numérique.

Myzus persicae a montré sa grande polyphagie en étant le principal ravageur

puisque ce sont les conditions climatiques fournies aux concombres qui ne lui ont pas permis de se maintenir tout au long de l'année quelle que soit la culture en place.

À l'exception des aleurodes, les populations dénombrées en serre A ont toujours été supérieures à celles de la serre B, bien que les conditions culturales aient été les mêmes. Il semble que seule l'insolation soit différente puisque la serre A est située à l'extrémité de l'ensemble du groupe des serres et qu'elle peut bénéficier ainsi d'un ensoleillement plus important pendant la matinée.

L'évolution de chaque population a toujours été conforme au schéma général représentant l'équation logistique des populations (loi de Pearl et Verhulst). Mais la dynamique de chacune a varié suivant les conditions auxquelles elle a été soumise et a présenté une évolution particulière que l'on peut résumer ainsi :

Les laitues I ne présentent que les deux premières phases de cette équation car la rotation d'une telle culture est trop rapide, surtout lorsque l'infestation au départ est faible. La charge biotique, que les laitues sont susceptibles de supporter, n'est pas atteinte ; de plus, la population de la serre A, qui était 16 fois celle de la serre B, ne semble pas avoir affecté la végétation, puisque les récoltes sont sensiblement identiques dans les deux serres.

Nous obtenons ainsi une exponentielle dont l'arrêt brutal est dû à l'intervention humaine : récolte de la plante-hôte. Cette forme de la courbe est attendue puisqu'il n'existe pas de compétition interspécifique et le niveau de population, du fait d'une température assez basse, ne permet pas encore à la compétition intraspécifique d'entrer en jeu. Enfin, certains facteurs de mortalité ne sont pas présents : parasitisme, prédation, maladies...

Une seule serre de tomate a été suivie avec, ici encore, comme unique ravageur *Myzus persicae*. Cette culture est restée suffisamment longtemps en place pour dépasser les deux premières phases de la courbe logistique et obtenir une courbe en cloche montrant qu'il n'y eut pas d'équilibre de quelque durée entre le potentiel reproducteur de l'insecte et la résistance de l'environnement. Malgré l'espace vital très important qui était mis à sa disposition et des conditions climatiques favorables, la population a présenté, à la longue, une certaine « fatigue intrinsèque » caractérisée notamment par un pouvoir reproducteur amoindri mais dont les causes profondes doivent être liées à l'état physiologique du végétal puisque la fécondité des femelles, par rapport à l'âge de la feuille sur laquelle elles vivent, s'inverse après l'écimage de la plante.

« L'îlot écologique » relié à l'extérieur par l'intermédiaire des ouvertures a accru la résistance de l'environnement en accentuant le processus de dépeuplement (parasitisme, émigration).

Myzus persicae pendant la culture de concombre a laissé place à deux nouveaux ravageurs : *Aphis gossypii* et *Trialeurodes vaporariorum* mais ce dernier semble être dans des conditions limites de développement qui se traduisent par une valeur K faible.

Ce climat exceptionnel qui a baigné les concombres ne semble pas avoir affecté le puceron qui présente, dans les deux serres, une courbe démographique en pleine expansion. Cette espèce envahissante peut avoir accentué également le confinement de l'autre prédateur, par le jeu de la compétition interspécifique.

Trois nouvelles espèces sont apparues sur les laitues II en plus de *Myzus persicae*. Mais les conditions du milieu sont éloignées de celles des laitues I car au climat

moins favorable s'est ajoutée une végétation chlorotique et une compétition interspécifique dont l'action, cependant, a dû être limitée.

Si l'on compare maintenant les différents coefficients de reproduction qui ont été observés, les plus importants concernent *Aphis gossypii*. Ceci s'explique par le fait que, chez les insectes comme chez tous les poikilothermes, une augmentation de température, dans certaines limites, a pour conséquence de diminuer la durée du développement des larves, la durée de vie et d'augmenter la fécondité. La température modifie également le rythme de ponte de sorte que le nombre des naissances est d'autant plus grand au début de la vie que la température est plus élevée, toutes ces causes améliorant l'accroissement de la population.

La valeur du coefficient de Malthus est comparable pour les tomates et les laitues. Étant donné ce qui vient d'être écrit, la tomate est une plante moins favorable pour *Myzus persicae* que la laitue.

Myzus persicae, en règle générale, colonise surtout les feuilles les plus âgées de ses plante-hôtes secondaires ; ce choix se retrouve ici pour les laitues et les tomates. Il semble que ce soit l'accroissement de la densité qui provoque l'envahissement intérieur des salades. En ce qui concerne les tomates, la progression vers l'apex peut être également due aux conditions plus favorables que les aphides y trouvent lorsque la plante a atteint sa taille définitive se traduisant par un coefficient de reproduction supérieur à celui observé sur les feuilles âgées.

Il est intéressant de noter que malgré des populations qui sont déjà importantes, la culture ne semble pas souffrir de l'action directe des ravageurs. Il n'existe pas, en particulier, de différence de rendement entre les deux serres pour des densités de population dissemblables. Rappelons, à cet effet, que les pucerons étaient 16 fois plus nombreux dans la culture de laitue de la serre A que dans l'autre (environ 4 millions à l'are contre 250 000).

Entomophages

Les prédateurs n'ont pas réussi à s'implanter dans les serres. Quelques œufs de Syrphes ont été observés mais leur développement n'a pas atteint le stade nymphal.

Un seul entomophage, *Diaretiella rapae*, a été trouvé. Il s'est introduit naturellement en avril et s'est maintenu jusqu'à l'enlèvement de la plante-hôte en juillet. Son efficacité a été telle qu'il a été un des facteurs-clés responsables de la disparition de *Myzus persicae* pendant cette culture puisque plus de 80 p. 100 de la population était parasitée la dernière semaine.

Ce parasite semble donc intéressant à étudier dans un but d'applications ultérieures pour la lutte biologique en serre.

Reçu pour publication en juillet 1971.

SUMMARY

STUDY ON THE FLUCTUATIONS OF INSECTS POPULATIONS LIVING IN VEGETABLE GLASSHOUSES IN THE PARISIAN REGION

The study was intended to investigate the different types of population fluctuations of pests of vegetable crops grown in glasshouse and not subject to chemical control. Both sampling and cage rearing on the standing crop, have resulted in the definition of fecundity and life length

of the observed species. When weather conditions lead to open the aeration panels, traps glued on both face and settled on the openings allowed to follow the pest movements at this intermediate level between the glasshouse and the outdoor.

Very few pests developed on the plants: some aphids, mainly *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* as well as *Trialeurodes vaporariorum*. For various reasons reported in the paper, *Tetranychus urticae* did not appear.

M. persicae invades very slowly the young parts of lettuces and tomatoes. Besides, the reproduction coefficient observed is greater on old tomato leaves, as long as the plant grows, but reverse after the plant has been topped.

The population curve of *M. persicae* during the winter lettuce growing is an exponential curve. During the fall (October to December) when the conditions are less favourable, the populations quickly reach a level.

During the tomato growing (March-July), the curve is bell-shaped because of the effect of parasitism, migration and fecundity loss. All these factors are analyzed, particularly the activity of a parasite, *Diaretiella rapae*, introduced naturally at the beginning of april.

The growing conditions of cucumbers (July-October) have eliminated *M. persicae*, which has been replaced mainly by *A. gossypii*, in spite of temperatures going over 40° C.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUCLAIR J.-L., MALTAIS J.-B., CARTIER J. J., 1967. Factors in resistance of peas to the pea *Aphis Acyrtosiphon* (HARR.) II. Aminoacids. *Canad. Entomol.*, **89**, 457-464.
- BARLOW C. H., 1962. The influence of temperature on the growth of experimental populations of *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae*. *Canad. J. Zool.*, **40**, 145-156.
- BROADBENT L., HOLLINGS M., 1951. The influence of heat on some Aphids. *Ann. appl. Biol.*, **38**, 577-581.
- BROADBENT L., TIMSLEY 1951. The spread of lettuce mosaic in the field. *Ann. appl. Biol.*, **38**, 689-706.
- BROUSSAL G., 1966. *Étude d'un complexe parasitaire : Les Hyménoptères parasites et hyperparasites de Brevicoryne brassicae*. Th. Sc. Nat. Reims.
- DELMAS J. C., 1967. *Contribution à l'étude des effets de la température chez un insecte : Myzus persicae* SULZ. forme parthenogénétique aptère. Th. Sc. Nat. Lyon.
- JOURDHEUIL P., 1960. Influence de quelques facteurs écologiques sur les fluctuations de population d'une biocénose parasitaire. *Ann. Épiphy.*, **11**, 445-658.
- LEGAY J.-M., REGGI L. de, 1964. Longévité et fécondité chez *Myzus persicae* SULZ. élevé au laboratoire. *Bull. Soc. Linn. Lyon*, **33**, 256-263.
- LEGGE J. B. B., PALMER J., 1968. Behaviour of *M. persicae* (SULZ.) on tobacco. Choice by alatae of sites for feeding and larviposition on leaves and artificial substances of differing nutrients status. *Bull. entomol. Res.*, **57**, 479-493.
- LOWE H. J. B., 1967. Intraspecific differences in the biology of aphids (Homoptera Aphididae) on leaves of *Vicia faba*. *Entomol. exper. appl.*, **10**, 347-357.
- LYON J. P., 1968. Remarques préliminaires sur les possibilités d'utilisation pratique d'Hyménoptères parasites pour la lutte contre les pucerons en serre. *Ann. Épiphyties* 19, **1**, 113-118.
- MAC CLANAHAN R. J., 1970. Integrated control of the greenhouse whitefly on cucumbers. *J. econ. Entomol.*, **63**, 599-601.
- MALTAIS J.-B., AUCLAIR J.-L., 1957. Factors in resistance of peas to the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (HARR.). I. The sugar nitrogen ratio. *Canad. Entomol.*, **89**, 365-370.
- ODUM E., 1959. *Fundamentals of Ecology*, 2^e éd. 546 p. W. B. Saunders Company Londres.
- PEARL R., MINER J. R., 1935. Experimental studies on the duration of life. The comparative mortality of certain lower organisms. *Quart. Rev. Biol.*, **10**, 60-75.
- RICHARDSON H. P., WESTDAL P. H., 1965. Use of *Aphelinus semiflavus* for control of aphids in greenhouse. *Can. Ent.*, **97**, 110-111.
- SCHWERDTFEGER F., 1968. *Ökologie der Tiere. II. Demökologie*, Paul Parey, 448 p.
- SYLVESTER E. S., 1954. Insectary life history and apterous instar morphology of *Myzus persicae* (SULZER). *Ann. Entom. Society America* **47**, 397-406.
- WAY H. J., BANKS C. J., 1967. Intraspecific mechanisms in relation to the natural regulation of numbers of *Aphis fabae* SCOP. *Ann. Appl. Biol.*, **59**, 189-205.
- WEARNING C. H., EMDEN, H., 1967. Studies on the relations of insect and host plant. I. Effects of water-stress in host plants on infestation by *Aphis fabae* SCOP. *Myzus persicae* SULZ. and *Brevicoryne brassicae* L. II. Effects of water-stress in host plants of the fecundity of *M. persicae* and *B. brassicae*. *Nature* **213**, 1051-1052 ; 1052-1053.

- WEBER H., 1934. Lebensweise und Umweltbeziehungen von *Trialeurodes vaporariorum* (WEST.) Erster Beitrag zu einer Monographie dieser Art. *Zeitschr. Morph. Ökol. Tiere*, **32**, 575-753.
- WEED A., 1927. Metamorphosis and reproduction in apterous forms of *M. persicae* SULZ. as influenced by temperature and humidity. *J. Econ. Ent.*, **20**, 150-157.
- ANONYME, 1967. Lettuce aphids. *Minist. Agric. Fish. Food. Adv. Leaf.* n° 392.
-

ONTOGÈNESE DES CELLULES REPRODUCTRICES CHEZ *CERATITIS CAPITATA* WIEDEMANN (DIPTÈRE TRYPETIDAE)

R. CAUSSE

Station de Zoologie,
Centre de Recherches d'Avignon, I. N. R. A.,
84 - Montfavet

RÉSUMÉ

L'ontogénèse des cellules reproductrices de *C. capitata* se déroule selon un processus classique déjà observé chez d'autres diptères cyclorrhaphes, et la différenciation sexuelle peut être constatée à partir de la larve de 3^e stade.

La spermatogénèse s'effectue en grande partie pendant le stade pupal ; les premières spermatides se forment chez la pupa âgée de trois jours et les premiers spermatozoïdes chez la pupa âgée de cinq jours. Le testicule n'atteint son complet développement que chez l'insecte adulte âgé de cinq jours.

L'ovogénèse, au contraire, est lente pendant le stade pupal où se fait la différenciation des ovarioles et des premiers follicules. Chez l'insecte adulte, à partir de l'âge de deux jours, la croissance des follicules s'effectue de façon très rapide et les femelles atteignent leur maturité sexuelle complète à l'âge de cinq jours.

L'ovaire est de type méroïstique polytrophique avec quatre divisions successives du pré-ovocyte.

INTRODUCTION

Récemment dans certains pays du Bassin Méditerranéen et de l'Amérique Centrale, de nouvelles méthodes de lutte par lâchers de mâles stériles ont été entreprises contre la Mouche des fruits : *Ceratitis capitata* WIEDEMANN, toujours considérée comme un important ravageur des cultures fruitières.

Afin de mieux maîtriser l'application pratique de ces méthodes, de nombreuses études approfondies doivent être faites dans différents domaines et c'est dans le cadre de ce programme que nous avons été amenés à faire l'étude de l'appareil génital et de l'ontogénèse des cellules reproductrices de cet insecte nuisible.

En dépit de nombreux travaux publiés sur *C. capitata*, nous avons très peu de données sur les organes reproducteurs et seul HANNA (1958) en a fait, pour la première fois, une description anatomique et a étudié leur fonctionnement.

D'une façon générale les seuls travaux d'histologie qui ont été effectués portent sur la structure de l'ampoule érectile des mâles en rut (LHOSTE et ROCHE, 1960) et sur l'étude chromosomique des tissus des ganglions nerveux et des ovaires (MENDES, 1958).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les insectes utilisés proviennent de l'élevage permanent qui est effectué à la Station de Zoologie sur milieu artificiel, à 25° et 80 p. 100 d'hygrométrie moyenne. Dans ces conditions d'élevage, l'incubation des œufs demande 48 heures, l'évolution larvaire 8 à 10 jours et celle du stade pupal 9 à 10 jours. Les pupes qui ont été utilisées ont été datées à partir du moment où la larve, immobile avant la nymphose, ne présente plus aucune réaction à une excitation quelconque.

Les fixateurs les plus couramment employés ont été le Bouin Dubosq-Brazil, modifié par Lenoir, ou le Carnoy (LANGERON, 1949; MARTOJA, 1967). Pour les larves de 2^e et 3^e stades les meilleurs résultats ont été obtenus avec le Carnoy et le Bouin Hollande. Les larves ainsi que les pupes âgées de 12 h et de 24 h ont été plongées directement dans le fixateur pendant 48 heures, tandis que les pupes âgées de 2 jours et plus, qui seules sont susceptibles d'être débarrassées de leur enveloppe nymphale, ont été fixées seulement pendant 24 heures. Il en est de même pour les imagos mâles et femelles où nous avons fixé uniquement les abdomens préalablement sectionnés.

Ces insectes ou parties d'insectes ont ensuite pour la plupart été imprégnés par une solution de collodion-benzoate de méthyle à 1 p. 100 jusqu'à ce qu'ils deviennent presque transparents suivant la technique de Peterfi 1921.

Après inclusion à la paraffine, les coupes ont été effectuées, soit à 5 μ d'épaisseur, soit plus généralement à 7 μ .

Les colorants employés ont été l'hémalum ou le glychémalum-éosine et l'hématoxyline ferrique de Heidenhain. Pour les observations anatomiques d'ensemble, nous avons employé le glychémalum-érythrosine-safran de Masson ou l'Azam en raison de la variété de coloration qu'ils confèrent aux différents organes sur les coupes, ce qui facilite l'interprétation.

I. — LA SPERMATOGENÈSE

1. — Larve

Chez les larves des deux premiers stades, les glandes génitales consistent simplement en deux petits amas de cellules arrondies noyés dans le tissu adipeux, ne permettant pas encore de distinguer larves mâles et larves femelles (fig. 1). Ces formations sont visibles dès le premier stade.

Chez les larves de 2^e stade allant de 3 à 5 mm de longueur, ces organes indifférenciés mesurent en moyenne de 60 à 80 μ de longueur.

Ce n'est que chez les larves de 3^e stade que le développement cellulaire de ces organes génitaux permet de distinguer les sexes. Les testicules se présentent alors sous forme de petites masses ovales au milieu des globules graisseux et mesurent en moyenne de 125 à 155 μ dans leur plus grand diamètre (fig. 2). Chacun d'eux est formé par un épithélium fin entourant de nombreuses spermatogonies en phase active de division.

2. — Pupa

Chez la pupa de 12 à 24 heures, le testicule conserve à peu près la même structure, sans augmentation sensible de taille. A l'intérieur, les spermatogonies et les spermatocytes sont groupés en plusieurs faisceaux qui correspondent aux cystes, à l'intérieur desquels les divisions cellulaires sont synchrones.

Ensuite, le testicule augmente de taille et sur des pupes âgées de 48 heures on peut déjà distinguer, parmi les spermatogonies et les spermatocytes, les premiers cystes à spermatides situés à la partie inférieure, c'est-à-dire la partie la plus proche des canaux déférents. Le testicule atteint à ce moment 175 μ environ dans sa plus grande largeur.

Chez les pupes de trois jours, on arrive au terme de la différenciation des cellules sexuelles avec l'apparition des spermatozoïdes (fig. 3). LÜNING (1952) chez *Drosophila melanogaster* MEIGEN utilise les termes de « stade de maturation » pour désigner l'état du testicule contenant des spermatides et de « stade de maturité » pour les testicules contenant des spermatozoïdes.

Les spermatides sont constituées par une partie arrondie, fortement colorable par les colorants nucléaires, suivie d'un flagelle allongé. Ce corps arrondi devient ensuite ovale, puis s'allonge de plus en plus et les spermatides se transforment ainsi en spermatozoïdes, visibles sous forme de faisceaux chevelus. Dans les testicules des pupes ils sont toujours accolés par leur extrémité antérieure qui se colore plus intensément à l'hématoxyline et se présentent groupés en faisceaux : les spermatozoides.

Du quatrième jour au neuvième jour, c'est-à-dire jusqu'à la fin du développement nymphal, le testicule atteint progressivement une taille de 300 μ environ ; il contient de plus en plus de spermatides et de spermatozoïdes, environ les $\frac{3}{4}$ de son volume, alors que les spermatogonies sont repoussées contre la paroi épithéliale de la partie distale (fig. 4).

3. — Adulte

Chez les imago, dès leur sortie du puparium et dans les heures qui suivent, nous retrouvons la structure du testicule précédemment décrite à propos des pupes. Pendant les premières 24 à 36 heures de la vie de l'adulte, les glandes génitales augmentent encore progressivement de taille, pour atteindre leurs dimensions définitives de 400 à 450 μ de longueur en moyenne sur 260 μ de diamètre.

On observe ensuite la formation d'une petite cavité arrondie, située à la partie inférieure du testicule près du canal déférent. A l'intérieur de cette cavité l'on voit apparaître, à partir de 36 heures environ, des spermatozoïdes individualisés, disposés en tous sens et ne formant plus de faisceaux. Cette zone, qui n'est pas visible dans les organes génitaux d'insectes mâles âgés de moins de 36 heures, augmente progressivement de taille et contient déjà un grand nombre de spermatozoïdes à partir de 48 heures. Au bout du troisième jour cette, sorte de poche représente environ la moitié de la longueur du testicule qui a alors atteint sa structure définitive (fig. 5, 6 et 7). Le testicule n'augmente pas de volume durant cette phase de maturation des gamètes chez l'insecte adulte mais, partant d'une forme ovale et globuleuse au début de la vie imaginale, il devient un peu plus allongé et de forme plus irrégulière, à surface boursouflée, chez l'insecte âgé.

Si nous observons ces glandes génitales par écrasement entre lame et lamelle dans un liquide physiologique (BARTH, 1958), nous constatons que seuls les spermatozoïdes individualisés, situés dans cette zone particulière du testicule, sont capables de se mouvoir activement.

Ces spermatozoïdes représentent en quelque sorte le « sperme en maturation » que KHISHIN (1957) décrit chez *D. melanogaster* comme étant le stade allant de la fin de la spermiogénèse jusqu'à ce que le sperme soit complètement mobile et physiologiquement mûr.

Les spermatozoïdes de forme caractéristique sont très allongés, effilés aux deux extrémités et ressemblent à de minuscules nématodes (fig. 8) ; ils ont une longueur de 115 μ environ sur 0,5 μ de diamètre. L'on différencie très difficilement, au grossissement maximal du microscope optique ($\times 1\ 800$), une partie antérieure et postérieure ; il semble, toutefois, que l'une des extrémités légèrement plus effilée soit la partie antérieure, car c'est toujours celle-ci qui se trouve vers l'avant au cours des déplacements de ces spermatozoïdes. Ces derniers se meuvent au moyen de rapides et larges ondulations qui affectent surtout la moitié postérieure.

II. — L'OVOGÉNÈSE

D'après HANNA, l'ovaire de *C. capitata* est formé par 28 ovarioles ; il ne nous est pas possible de donner un chiffre aussi précis car de nombreux comptages faits sur coupes histologiques, ou par dissection, nous ont donné des nombres allant de 17 à 34. Une telle variabilité n'est d'ailleurs pas surprenante.

I. — Larve de troisième stade

Chez la larve de 3^e stade, les glandes génitales femelles sont situées dans la partie latéro-postérieure et se présentent sous forme de deux petites masses de 100 μ environ, formées par des cellules arrondies entourées d'une membrane épithéliale fine ; ce sont les cellules sexuelles primordiales ou gonies (fig. 9).

2. — Pupa

Quelques heures après la formation du puparium, ces gonies vont s'entourer d'une membrane formée par les cellules folliculaires et constituer ainsi des sortes de follicules appelés, à ce stade, ovogonies. Simultanément, les ébauches des tubes ovariques commencent à se former délimitant ainsi les ovarioles. Celles-ci se cloisonnent tout d'abord à leur partie apicale et ne contiennent à ce stade que les ovogonies, leur partie basale n'étant pas différenciée (fig. 10).

Contrairement aux organes génitaux mâles, le développement ovarien est très lent pendant les premiers jours du stade pupal. L'ovaire mesure 100 μ de longueur en moyenne au début de la nymphose et grossit progressivement pour atteindre 180 μ au bout du 5^e jour, sans grande modification structurale.

A partir du 6^e jour quelques ovogonies situées à la base des ovarioles vont se transformer et, par divisions successives, vont donner naissance à un préovocyte, ainsi qu'à un certain nombre de cellules nourricières ; l'ensemble formant le cystoblaste pour employer la terminologie de KING et coll. (1956). L'ovaire augmente ensuite de taille pour atteindre 250 μ environ chez les pupes en fin d'évolution et, à ce moment, on note généralement la présence de un ou deux follicules en cours de développement par ovariole (fig. 11).

3. — *Adulte*

Chez l'adulte, à la sortie de la pupa, les ovaires de 270 μ de longueur en moyenne présentent la structure histologique suivante : le *germarium* est constitué par la partie apicale des ovarioles ; nettement individualisées à présent, ces dernières contiennent les ovogonies et les cellules folliculaires et sont prolongées par les filaments terminaux. La partie basale des ovarioles où s'effectue la différenciation des ovocytes et des cellules nourricières (appelées aussi cystocytes par KING) en follicules, peut être qualifiée de *vitellarium*. A ce niveau, chaque ovariole contient en général deux et quelquefois trois follicules à la suite les uns des autres et de taille croissante. Les premiers follicules développés ne sont plus réunis entre eux que par un pédoncule formé de cellules folliculaires, ce qui confère aux ovarioles un aspect moniliforme (fig. 12).

A l'intérieur du follicule, l'ovocyte, toujours situé à la partie basale, se reconnaît très tôt à la structure de son noyau. Ce dernier est plus petit que celui des cellules nourricières, sa chromatine est très faiblement colorable et se concentre parfois en 1 ou 2 amas ; il contient, enfin, un nucléole arrondi bien visible. Au contraire, le noyau des cellules nourricières est très gros, occupe les 3/4 de la cellule et sa chromatine forme un réseau granuleux régulier et très colorable à l'hématoxyline (fig. 13 et 14). Il nous a été possible, grâce à des coupes sériées transversales, de compter dans plusieurs cas 15 cellules nourricières par follicule, ce qui implique qu'il y a quatre divisions successives de la gonie primordiale. Nous pouvons affirmer dès à présent qu'il s'agit d'un ovaire méroïstique polytrophique et non d'un ovaire « panoïstique typique sans intervention de cellules nourricières » comme l'a décrit HANNA (1930).

Pendant les premières 24 heures de vie imaginale, la structure de l'ovaire reste identique. De 24 heures à 48 heures, on commence à noter une légère augmentation du volume des ovaires, due surtout à la formation de nouveaux cystoblastes plutôt qu'à leur croissance.

Après 36 heures, l'ovaire atteint une dimension moyenne de 350 μ , et de 400 μ au bout de deux jours. C'est à partir du deuxième jour que la croissance des ovocytes se déclenche de façon très rapide car celle-ci peut s'effectuer en totalité en 24 heures. En effet, chez les imagos de trois jours, les ovaires atteignent une longueur de 650 μ et contiennent des ovocytes à tous les stades de maturation (fig. 14).

Le cystoblaste au début de sa formation est entouré entièrement par une couche épaisse de cellules folliculaires cubiques. Alors que cette structure se conserve autour de l'ovocyte au début de sa croissance, la couche de cellules folliculaires va, au contraire, s'amincir de plus en plus puis disparaître autour des cellules nourricières à la partie supérieure du follicule. Cet ovocyte devient ovoïde et s'allonge très rapi-

dement. Son noyau se situe toujours à la partie supérieure, contre les cellules nourricières (fig. 15).

Le nucléole disparaît tout d'abord ; plus tard, c'est le noyau lui-même qui ne sera plus visible. Le pôle apical de l'ovocyte s'arrondit et devient plus effilé, tandis que le pôle basal est aplati contre les cellules nourricières ; à ce niveau, il se produit d'ailleurs une légère dépression, car l'ovocyte, au fur et à mesure de sa croissance en longueur, diminue légèrement de diamètre (115 μ en moyenne alors que l'ensemble des cellules nourricières a un diamètre maximal de 200 μ).

C'est pendant cette phase de croissance de l'ovocyte, correspondant à la vitellogénèse, que la couche de cellules folliculaires disparaît autour des cellules nourricières. Simultanément, d'autres petites cellules (appelées quelquefois cellules de bordure) comparables aux cellules folliculaires apparaissent à la partie basale de l'ovocyte entre celui-ci et les cystocytes (fig. 15). Ces cellules, qui ont probablement migré à cet endroit, se multiplient à la surface de l'ovocyte et vont ensuite se raccorder de part et d'autre avec la membrane folliculaire existant déjà, de façon à entourer et à isoler entièrement l'ovocyte dont le cytoplasme se charge à ce moment de nombreux granules sphériques de vitellus, fortement colorables par l'hématoxyline.

Pendant ce temps, les cellules nourricières vont être repoussées à la partie apicale par l'ovocyte qui s'arrondit à ses deux extrémités, et à partir du moment où ce dernier représente plus des $3/4$ du follicule elles vont diminuer de volume et dégénérer progressivement (fig. 16).

Leur cytoplasme va tout d'abord régresser et il ne reste bientôt que les noyaux de ces cellules, formant une masse de chromatine assez diffuse à l'extrémité de l'ovocyte, mélangés aussi à un reliquat de cellules folliculaires. Cet amas résiduel est souvent appelé le « corps jaune » (sans aucun rapport avec celui des vertébrés).

L'ovocyte, qui atteint à ce moment une longueur de 550 μ environ, subit une dernière phase d'allongement pendant laquelle la couche folliculaire secrète le chorion. Au fur et à mesure de la formation de cette nouvelle couche dure et protectrice, l'ovocyte se sépare de la couche de cellules folliculaires qui va à son tour devenir de plus en plus mince et disparaître.

L'ovocyte atteint alors sa taille et sa forme définitives ; il est blanc nacré, brillant, incurvé en son milieu et mesure 700 μ sur 115 μ de diamètre en moyenne.

Il y a généralement trois ou quatre ovocytes ainsi développés dans les ovaires de femelles âgées de trois jours (fig. 14). Au quatrième jour de vie imaginale, ce nombre devient plus important, et à partir du cinquième jour, la maturité sexuelle des femelles est atteinte ; pratiquement chaque ovariole contient un ovocyte développé et prêt à être pondu. A ce moment les ovaires occupent presque la totalité de la cavité abdominale des femelles avec une longueur de près de 1 000 μ sur 800 μ environ (fig. 17 et 18).

Il faut noter, en outre, que chaque ovariole ne contient qu'un seul ovocyte ayant atteint son complet développement et tant que celui-ci ne sera pas expulsé le follicule précédent ne dépassera pas le stade où l'ovocyte proprement dit occupe un volume égal à l'ensemble des cellules vitellines. Nous n'avons jamais observé par ailleurs de phénomène de résorption folliculaire.

Ces observations histologiques sont en accord avec le comportement des insectes femelles dont la ponte débute dans la grande majorité des cas le quatrième jour.

CONCLUSION

Grâce à une technique histologique classique nous avons pu mettre en évidence la formation et le développement des cellules reproductrices de *C. capitata*.

Ce n'est qu'à partir de la larve du 3^e stade que peut être distingué le sexe de l'insecte. L'évolution des gonades peut être résumée ainsi :

1. — Mâle

Chez la larve mâle, le testicule de 150 μ de longueur environ est formé par un épithélium fin entourant de nombreuses spermatogonies, déjà agencées en plusieurs zones ou cystes.

Il nous a été très difficile de faire la différenciation entre spermatogonies et spermatocytes et, de ce fait, d'indiquer avec précision l'apparition de ces derniers. Seule la chromatine devient de moins en moins colorable, ce qui semble correspondre, peut-être, à un passage progressif entre ces deux catégories de cellules sans limite très nette comme l'a indiqué LAUGE (1968) dans ses travaux sur *D. melanogaster*. Par contre, et toujours en comparaison avec *Drosophila*, les cystes sont ici très distincts.

Chez la puppe, la gonade augmente de taille progressivement et les cellules sexuelles vont se différencier pour donner les premières spermatides le deuxième jour et les premiers spermatozoïdes à partir du troisième jour.

Chez l'imago à la sortie du puparium, le testicule est formé de cystes à spermatogonies et à spermatocytes, de spermatides et de spermatozoïdes sous forme de faisceaux ou spermatodesmes. A partir d'insectes âgés de 36 heures jusqu'au troisième jour, nous assistons à la formation, à la partie basale du testicule, d'une zone représentant finalement la moitié du volume de la gonade et contenant des spermatozoïdes disposés en tous sens ne formant plus de faisceaux. Ceci nous amène à la structure définitive de la gonade où seuls les gamètes contenus dans cette zone sont capables de se mouvoir activement et correspondent à des spermatozoïdes caractéristiques très effilés, de 115 μ de longueur sur 0,7 μ de diamètre.

2. — Femelle

En ce qui concerne l'ovogenèse, chez les larves de troisième stade l'ovaire de 100 μ de longueur en moyenne n'est formé que par un ensemble de petites cellules arrondies qui sont des gonies, entourées par une membrane épithéliale.

Chez la puppe, le développement de l'ovaire est assez lent ; pendant les cinq premiers jours on assiste à la différenciation des ovarioles et à la formation des premiers follicules. A partir du sixième jour, la gonie se divise à l'intérieur du follicule pour donner naissance à l'ovocyte proprement dit et aux cellules vitellines.

Dès l'apparition de l'imago, l'ovaire, de 270 μ de longueur environ, contient dans la partie basale de chaque ovariole deux ou trois follicules à la suite les uns des autres. Ces follicules se développent assez lentement pendant les deux premiers

jours, et au contraire de façon très rapide et brutale à partir du troisième jour, puisque la maturation complète de l'ovocyte peut s'effectuer dès ce moment en 24 heures.

Au cinquième jour de la vie imaginale, les ovaires, qui contiennent un grand nombre d'ovocytes entièrement développés, remplissent presque toute la cavité abdominale des femelles et la maturité sexuelle de ces dernières est à son terme.

Chez *C. capitata* l'ovaire est de type méroïstique polytrophique, avec quatre divisions successives de la gonie primordiale, qui donne naissance à l'ovocyte et à 15 cellules vitellines par follicule.

L'ontogenèse des cellules reproductrices mâles et femelles se déroule selon un processus classique déjà observé chez quelques diptères cyclorhaphes, comme *Musca domestica* L. (FRENCH et HOOPINGARNER, 1965) ; *Dacus tryoni* FROGGAT (ANDERSON et LYFORD, 1965) et en particulier chez *D. melanogaster* (KERKIS, 1931 ; ABOIM, 1945 ; COOPER, 1950 ; KING, 1964).

Si l'on compare l'évolution des testicules et celle des ovaires d'insectes élevés à 25°, on peut noter qu'il existe un décalage important entre les deux sexes aux différents stades de développement, qui est même sensiblement plus accentué que le phénomène décrit par LAUGE (1968) chez *D. melanogaster*.

La différenciation des gonies primordiales du mâle en spermatocytes groupés en cystes s'effectue à la fin du 3^e stade larvaire et au début du stade pupal tandis que la formation des premiers follicules femelles, qui correspond aux phénomènes analogues, ne se produit que vers le 5^e ou 6^e jour de vie pupale.

De même, la spermatogenèse est arrivée à son terme chez la pupe à partir du 4^e jour pour se poursuivre vraisemblablement chez l'adulte, tandis que la vitellogénèse ne se manifeste vraiment que 48 heures après l'émergence des adultes femelles.

Reçu pour publication en juin 1971.

SUMMARY

THE ONTOGENESIS OF REPRODUCTIVE CELLS IN *CERATITIS CAPITATA* WIED.

(DIPTERA, TRYPETIDAE)

The ontogenesis of reproductive cells in *C. capitata* evolves as a classic process already observed in other Cyclorhaphae Diptera and the sexual differentiation may be observed from the 3rd instar larva.

The spermatogenesis occurs mainly during the pupal stage: the first spermatids develop in the three days old pupa. The testes develop completely only in the five days old adult insect.

The ovogenesis is slow during the pupal stage when the differentiation of the ovarioles and of the first follicles occurs. From the two days old adult insect, the growth of the follicles takes place very fast and the females reach their complete sexual maturity when they are five days old.

The ovary is of the polytrophic meroistic type, with four successive divisions of the pre-ovocyte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABOIM A. N., 1945. Développement embryonnaire et post-embryonnaire des gonades normales et agamétiques de *Drosophila melanogaster*. *Rev. Suisse Zool.*, **52**, 53-154.
ANDERSON D. T., 1965. Oogenesis in *Dacus tryoni* FROGG. (*Diptera Tripetidae*). *Austr. J. Zool.*, **13**, 423-435.

- BARTH R., 1959. Metodos usados em microanatomia e histologia entomologica. *Mem. Inst. Osw. Cruz.* Rio de Janeiro, **56**, 453-471.
- BONHAG P. F., 1958. Ovarian structure and vitellogenesis in Insects. *Ann. Rev. Ent.*, **3**, 137-160.
- COOPER K. W., 1950. Normal spermatogenesis in *Drosophila*, in DEMEREC M., New York, Wiley.
- FRENCH A., HOOPINGARNER R., 1965. Gametogenesis in the house fly, *Musca domestica*. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **58**, 650-658.
- HANNA A. D., 1938. Studies on the Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* WIED (Diptera, trypetidae). I. The structure and operation of the reproductive organs. *Bull. Soc. Fouad I^{er} Ent.*, **31**, 251-285.
- KERKIS J., 1931. The growth of the gonads in *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, **16**, 212-224.
- KHISHIN A. F., 1957. On the development of male germ cells in *Drosophila melanogaster*. *Cytologia*, **22**, 28-29.
- KING R. C., RUBINSON A. C., SMITH R. F., 1956. Oogenesis in adult *Drosophila melanogaster*. *Growth*, **20**, 121-157.
- KING R. C., 1964. Studies on early stages of insect oogenesis. *Symp. R. Ent. Soc. Lond.*, **2**, 13-25.
- LANGERON M., 1949. *Précis de microscopie*. Masson et Cie éd., t. I.
- LAUGE G., 1968. *Recherches expérimentales sur la détermination et la différenciation des caractères morphologiques et histologiques des intersexués triploïdes de Drosophila melanogaster* MEIGEN. Thèse de Doctorat ès Sciences n° A. O. 2553, Faculté d'Orsay, 302 p.
- LHOSTE J., ROCHE A., 1960. Organes odoriférants des mâles de *Ceratitidis capitata*. *Bull. Soc. Ent. Fr.*, **65**, 7-8.
- LOWNE B. T., 1890-1895. The anatomy physiology, morphology and development of the Blow-fly *Calliphora erythrocephala* MEIGEN. 2 vol. London (Porter).
- LÜNING K. G., 1952. X-ray induced dominant lethals in différent stage of spermatogenesis in *Drosophila melanogaster*. *Hereditas*, **38**, 91-107.
- MARTOJA R., MARTOJA M., 1967. *Initiation aux techniques de l'histologie animale*. Masson et Cie, éd.
- MENDES L. O. T., 1958. Observações citologicas em « Mosca das Frutas ». *Bragantia*, Sao-Paulo, **17**, 29-31.
-

PLANCHE I

FIG. 1

Glande génitale d'une larve de 2^e stade (Glychémalun-éosine).
× 310.

FIG. 2

Testicule de larve de 3^e stade (Hématoxyline-éosine). × 350.

FIG. 3

Testicule de pupe âgée de 3 jours (Glychémalun). × 380.

FIG. 4

Testicule de pupe âgée de 9 jours (Hématoxyline-éosine).
× 220.

A : Cystes à spermatocytes

B : Cystes à spermatides

C : Faisceaux de spermatozoïdes ou spermatodesmes

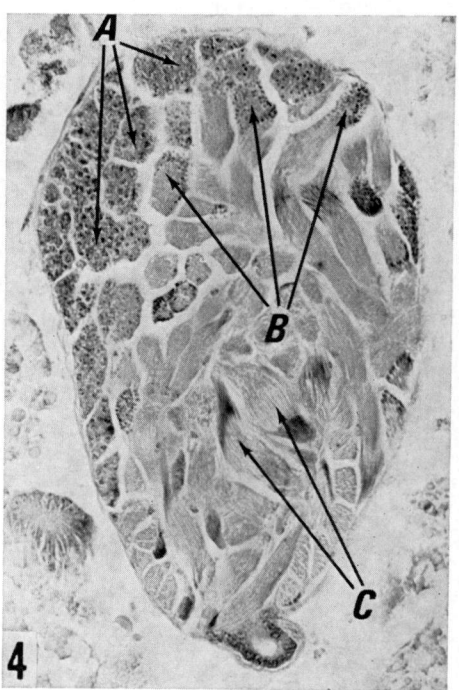
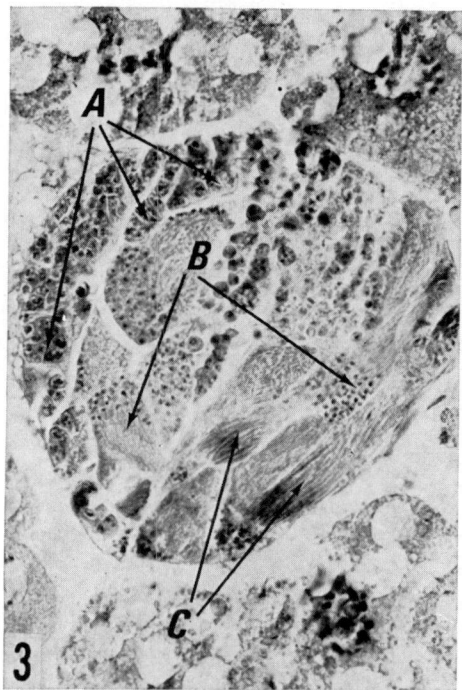
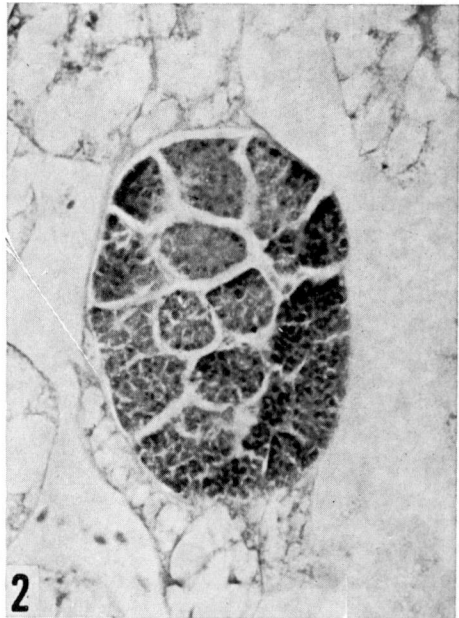
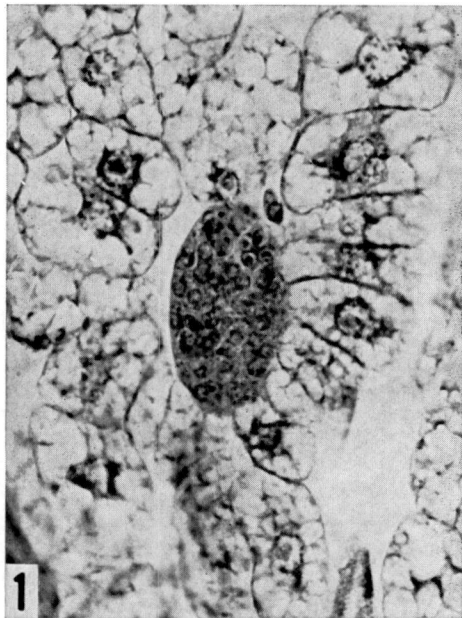


PLANCHE II

FIG. 5

Testicule d'adulte mâle âgé de 5 jours (Héματοxyline-éosine).
× 260.

FIG. 6

Coupe transversale au niveau de la partie distale du testicule
(Héματοxyline-éosine). × 280.

FIG. 7

Coupe transversale au niveau de la partie proximale du testicule
(Hémalun acide). × 300.

FIG. 8

Spermatozoïde. (Contraste de phase). × 1 300.

A : Cystes à spermatocytes

B : Cystes à spermatides

C : Faisceaux de spermatozoïdes ou spermatodesmes

D : Spermatozoïdes individualisés

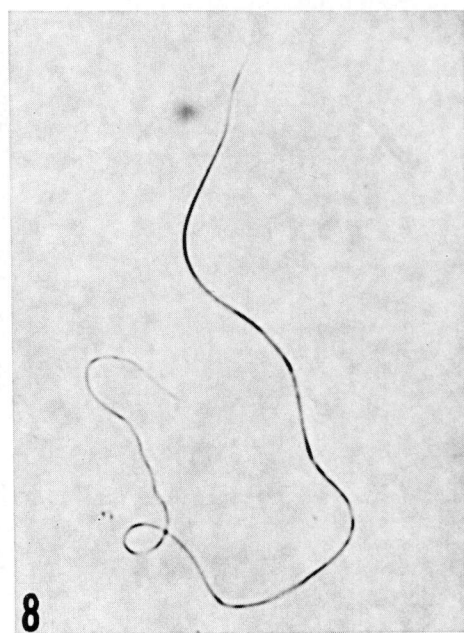
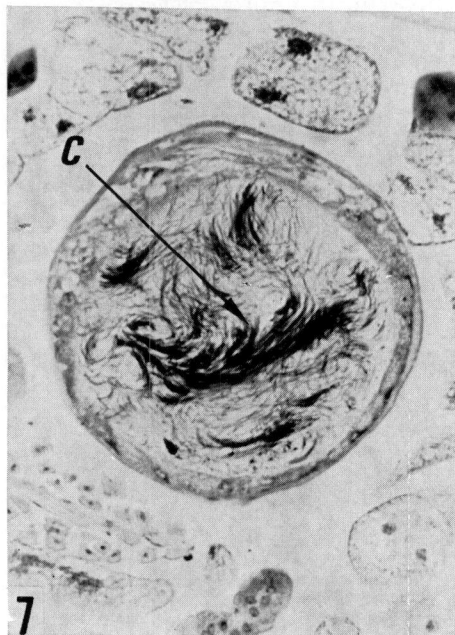
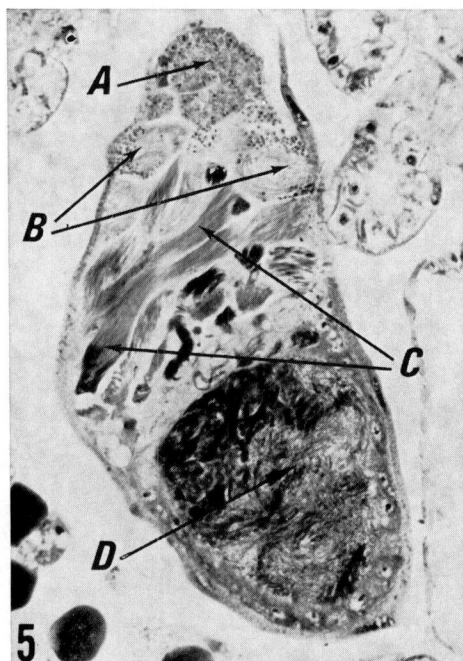


PLANCHE III

FIG. 9

Ovaire de larve de 3^e stade (Hématoxyline-éosine). $\times$ 430.

FIG. 10

Ovaire de pupe âgée de 48 heures (Hématoxyline-éosine).
 $\times$ 450.

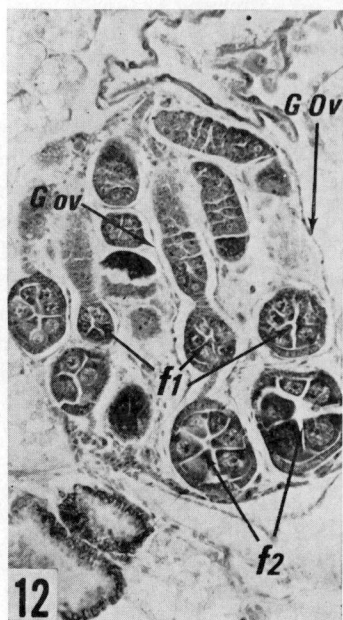
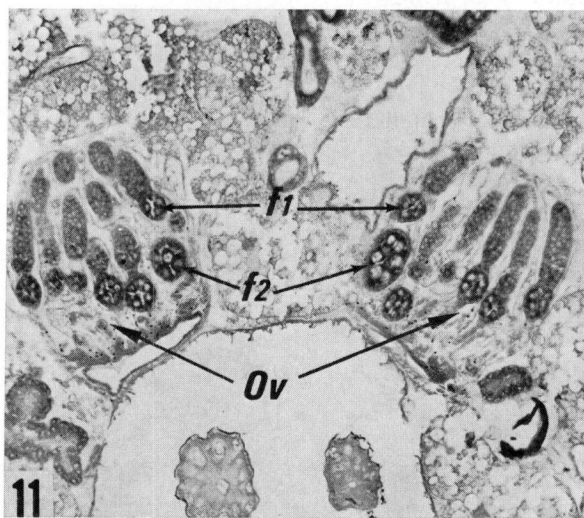
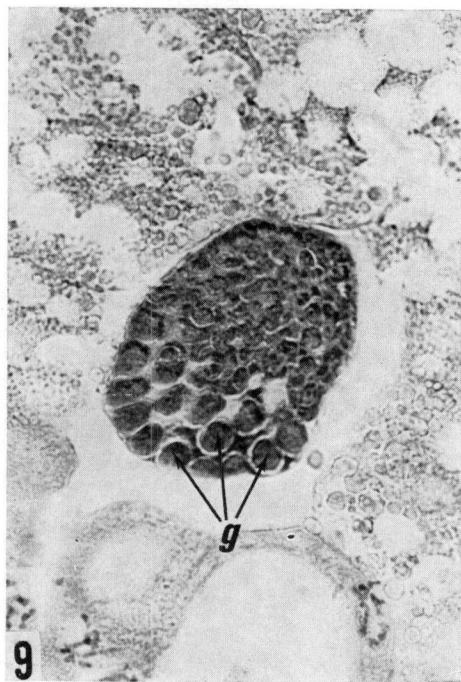
FIG. 11

Ovaires de pupe âgée de 9 jours (Hématoxyline-éosine).
 $\times$ 150.

FIG. 12

Ovaire de femelle adulte quelques heures après l'éclosion.
(Glychémalun). $\times$ 180.

- Ov : Ovaires
- GOv : Gaine de l'ovaire
- ov : Ovarioles
- Gov : Gaine de l'ovariole
- g : Gonies
- f 1 : Follicule de 1^{er} stade
- f 2 : Follicule de 2^e stade



R. CAUSSE

PLANCHE IV

FIG. 13

Follicule en début de développement (Azan). $\times 500$.

FIG. 14

Femelle adulte âgée de 3 jours (Glychémalun). $\times 50$.

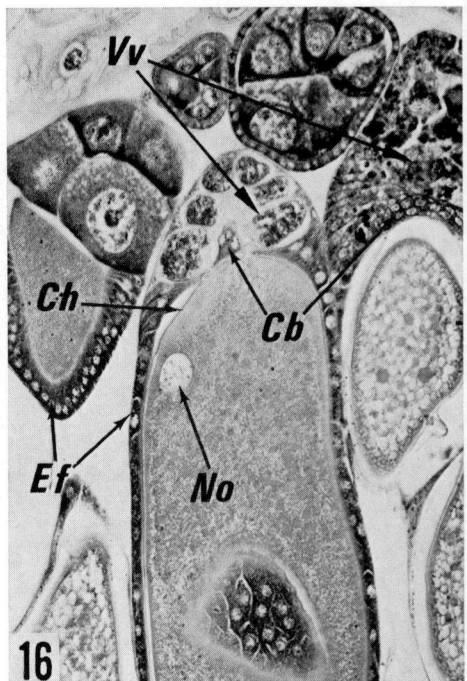
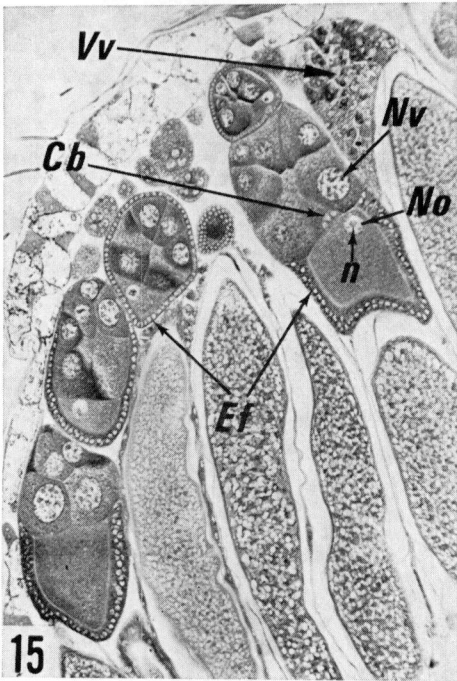
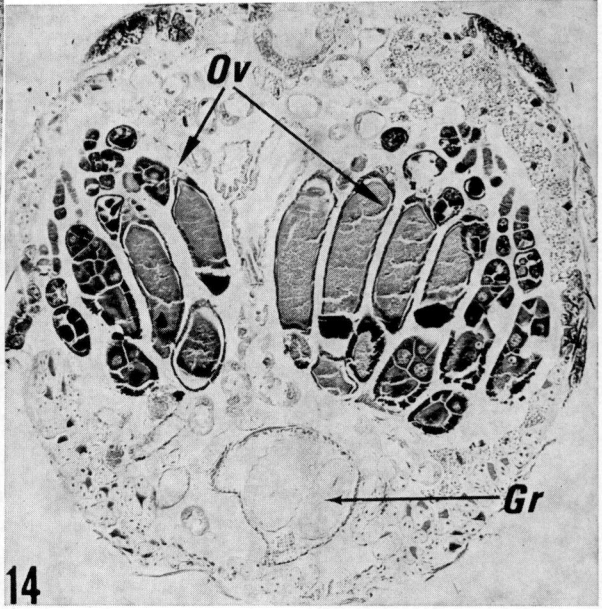
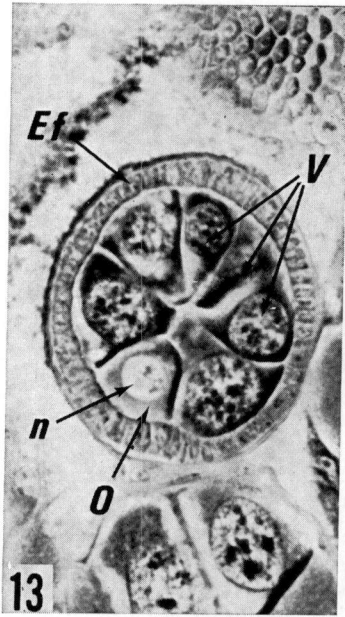
FIG. 15

Coupe longitudinale au niveau de l'ovaire montrant quelques follicules à différents stades de maturation (Hématoxyline-éosine). $\times 110$.

FIG. 16

Coupe de l'ovaire au niveau d'un follicule en fin de développement (Azan). $\times 200$.

- Ov : Ovaires
- Ef : Épithélium folliculaire
- O : Ovocytes
- V : Cellules vitellines ou nourricières
- No : Noyau de l'ovocyte
- Nv : Noyau de cellule vitelline
- n : Nucléole
- Vv : Cellules vitellines en dégénérescence
- Cb : Cellules de bordure
- Ch : Chorion
- Gr : Glandes rectales.



R. CAUSSE

PLANCHE V

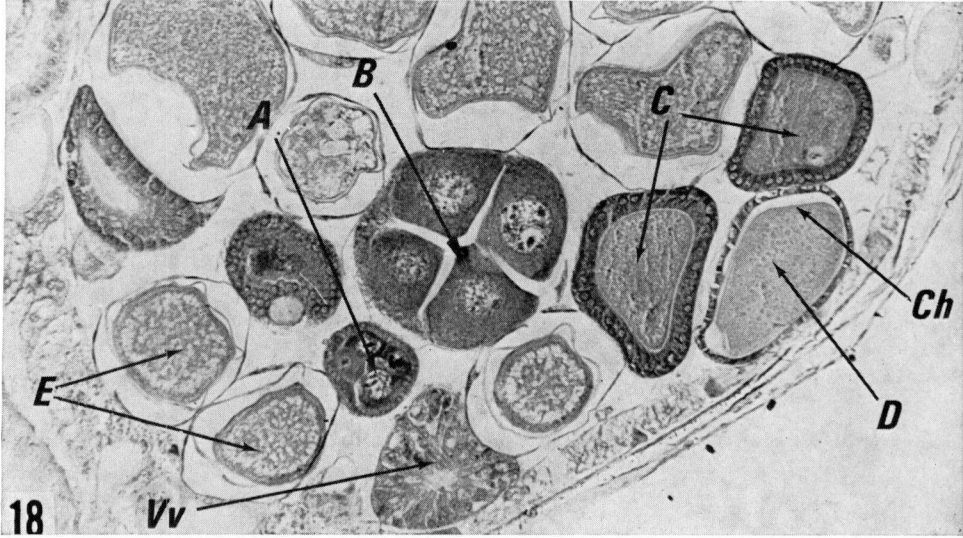
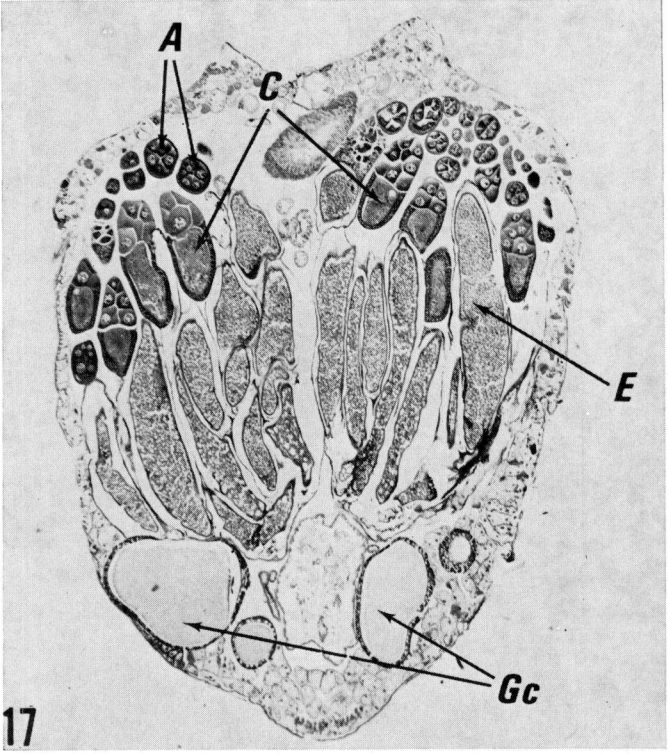
FIG. 17

Femelle adulte âgée de 5 jours (Azan). $\times 40$.

FIG. 18

Coupe transversale au niveau d'une partie de l'ovaire d'une femelle adulte âgée de 5 jours (Hématoxyline-éosine). $\times 170$.

- A : Follicule en début de développement
- B : Follicule au niveau des cellules vitellines
- C : Ovocytes en cours de développement
- D : Ovocytes en fin de développement
- E : Œufs complètement formés
- Vv : Cellules vitellines en dégénérescence
- Ch : Chorion
- Gc : Glandes collatérales



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE TROIS PYRALES DE LA CANNE A SUCRE
APPARTENANT AU GENRE NÉOTROPICAL
DIATRAEA GUILDING ⁽¹⁾

P. F. GALICHET

Station de Zoologie et de Lutte biologique,
Centre de Recherches agronomiques des Antilles et Guyane, I. N. R. A.,
Petit-Bourg, Guadeloupe

RÉSUMÉ

Ce travail concerne trois espèces nuisibles à la Canne à sucre aux Antilles françaises, *Diatraea saccharalis* F., *D. impersonatella* Wlk. et *D. centrella* Mosch. Une revue de la littérature met en évidence certains aspects de la compétition entre ces espèces dans la région caraïbe et permet de conclure au déplacement de plusieurs équilibres interspécifiques au cours du temps.

Une étude entreprise en Guadeloupe montre que les deux seules espèces qui y sont représentées occupent souvent deux habitats distincts. Toutefois la coexistence à l'intérieur d'une même parcelle de Canne à sucre s'observe également. Dans ce cas le niveau auquel s'établit l'équilibre est variable selon les lieux et l'époque de l'année.

I. — INTRODUCTION

I. — Généralités

Le genre *Diatraea* de la famille des *Pyralidae* est néotropical. Il comprendrait, d'après Box (1945), une cinquantaine d'espèces. Dans une révision récente des *Crambinae* de la Canne à sucre, BLESZINSKY (1969) en décrit pour sa part vingt et une.

Ces espèces semblent, au moins pour celles d'entre elles dont l'écologie est suffisamment connue, avoir pour berceau diverses associations de graminées. Les unes seraient des formations de savanne plus ou moins sèches, les autres des formations très humides. MYERS (1932 et 1935) met en évidence la présence de *Diatraea* au stade larvaire et de plusieurs de ses parasites dans des lits d'herbes flottantes dérivant

⁽¹⁾ Communication présentée au cours du Symposium sur les foreurs des Graminées organisé à Paris le 24 septembre 1970 par l'Organisation internationale de Lutte biologique (O. I. L. B.).

le long des fleuves Amazone et Orénoque ou de leurs affluents. Cet auteur considère ce biotope particulier comme l'habitat d'origine de *D. saccharalis* FAB.

Ces insectes se sont adaptés à des plantes cultivées de la même famille botanique : Canne à sucre, Maïs, Riz, Sorgho, ainsi qu'à des graminées prairiales. Il semble que l'attention ait été attirée pour la première fois sur les dégâts occasionnés à la première de ces plantes vers le milieu du XVIII^e siècle. A l'heure actuelle, le niveau d'adaptation des espèces semble fort inégal. Il paraîtrait même, pour une espèce donnée, différer d'une région à une autre.

L'aire géographique occupée par le genre est limitée au nord et au sud par le 35^e parallèle. A l'intérieur de cette vaste zone, la Canne à sucre constitue souvent d'importants ensembles cultureux qui sont isolés les uns des autres par des barrières géographiques de diverses natures : hauts plateaux mexicains, chaîne andine, larges espaces de forêts primitives ou d'étendues marines.

Les limites de cette répartition sont presque atteintes par la seule espèce *D. saccharalis* FAB. Celle-ci remonte en effet vers le nord jusqu'en Louisiane et en Floride tandis qu'elle atteint l'Argentine au sud. Cette aire recouvre donc pratiquement celle de chacune des autres espèces et d'intéressants problèmes de compétitions interspécifiques se trouvent soulevés. Par ailleurs, l'aire occupée par *D. saccharalis* est disjointe et des cas de vicariance sont apparus (*D. considerata* HEIN. dans le nord-ouest mexicain) dont l'origine géographique ou écologique n'est généralement pas éclaircie.

L'espèce *D. saccharalis* est, d'une manière générale, dominante dans la Canne à sucre mais sans que les espèces secondaires en soient éliminées. Ces dernières sont au contraire susceptibles de devenir localement prépondérantes, comme *D. veracruzana* BOX dans l'est du Mexique, *D. guatemalaella* SCHAUS au Costa Rica, *D. rosa* HEIN. et *D. busckella* DYAR au Vénézuéla ou *D. impersonatella* WALK à Trinidad. Les équilibres interspécifiques sont donc géographiquement fluctuants. Ils le sont également localement en fonction de facteurs dont un très petit nombre a pu être mis en évidence à l'heure actuelle.

2. — Les espèces antillaises du genre *Diatraea* : Répartition et plante hôte

Aux Antilles, *D. saccharalis* est présente dans toutes les cultures de Canne à sucre pour lesquelles elle constitue, le plus souvent, un ennemi sérieux. La liste des plantes hôtes atteint la soixantaine parmi lesquelles sept sont cultivées. A l'heure actuelle, cependant, les agrocénoses à *Saccharum officinarum* sont les habitats qui permettent le développement des populations les plus nombreuses.

D. impersonatella et *D. centrella* remontent du Vénézuéla et des Guyanes le long de l'arc antillais. Leur extension respective se limite, au nord, à l'île de la Guadeloupe (16° Nord) pour l'une et de la Martinique (14,30° Nord) pour l'autre. Les justifications écologiques de cette situation ne sont pas apparentes : par ailleurs, le caractère irrégulier de la dispersion d'une espèce à travers les îles d'un archipel est un phénomène fréquemment constaté. Le nombre des plantes hôtes est beaucoup plus restreint : quatorze pour *D. centrella* et neuf pour *D. impersonatella*. Dans ces listes, la Canne à sucre est la seule plante cultivée. Les habitats naturels les plus fréquentés par ces deux espèces sont constitués par les peuplements à *Paspalum virgatum* pour la première et *Paspalum fasciculatum* pour la seconde.

3. — Dégâts

La Canne à sucre dans cette région est plantée par bouturage entre les mois de juin et de décembre. La première récolte est effectuée douze à dix huit mois plus tard. La souche émet alors des rejets qui sont récoltés l'année suivante. La culture demeure en place pendant environ cinq années.

Les auteurs s'accordent pour reconnaître que les principaux dégâts de *D. saccharalis* sont effectués pendant la première année (*Cannes plantées*) tandis que l'incidence de *D. centrella* devient prépondérante par la suite : SIMMONDS (1956), effectuant des prélèvements à Trinidad, note une proportion de 84 à 100 p. 100 de *D. saccharalis* en janvier et de 5 à 30 p. 100 seulement en octobre. Le complément est constitué par des larves de *D. centrella*. Les populations de *D. impersonatella* sont faibles dans ces mêmes parcelles et leurs variations peu apparentes.

On se propose à présent de décrire, d'après les données de la littérature, quelques-uns des équilibres observés dans la région caraïbe et les fluctuations qu'ils ont subi au cours des dernières décennies puis d'exposer les résultats d'observations réalisées récemment dans l'île de la Guadeloupe. Les espèces étudiées sont celles que l'on rencontre aux Antilles : *D. saccharalis* FAB., *D. impersonatella* WLK. et *D. centrella* MOSCH.

II. — LES PYRALES DE LA CANNE À SUCRE À TRINIDAD, GUIANA ET SAINTE-LUCIE

Les premières observations concernant la répartition de ces trois espèces sont effectuées vers 1930 dans les îles de Trinidad et de Sainte-Lucie ainsi qu'en Guiana.

1. — Trinidad

En 1931, MYERS décrit à Trinidad une situation complexe et paradoxale : dans la zone méridionale des cultures, *D. impersonatella* est l'espèce dominante. Dans les zones du centre et du nord, cette même espèce ne pénètre pas dans les parcelles de Canne mais se multiplie aux dépens des plants de *P. fasciculatum* qui les bordent. L'agrocénose est occupée par *D. saccharalis* mais le plus souvent la densité de la population est faible.

D. centrella se comporte de la même façon que *D. impersonatella*, n'attaquant la culture que dans la partie sud de l'île.

Les seules différences constatées entre ces régions sont d'ordres topographique et pédologique et elles ne sauraient, selon l'auteur, fournir de justification à cette situation. Celui-ci émet l'hypothèse que les deux dernières espèces initieraient un processus d'adaptation vis-à-vis de *Saccharum officinarum*.

Vingt-cinq années plus tard, SIMMONDS (1956) reprend ces observations et constate, en premier lieu, que les populations de *D. saccharalis* se sont considérablement renforcées. Il attribue ce phénomène, d'une part, à l'introduction de nouvelles variétés de Canne à sucre plus sensibles à l'action des mineuses, d'où un développement accru de celles-ci, et, d'autre part, à l'activité d'un hyperparasite *Trichopria* sp. (Hym.,

Diapriidae) vis-à-vis de *Paratheresia claripalpis* WULF. (Dipt., Tachinidae). Comme cette Tachinaire parasite *D. saccharalis* préférentiellement aux autres espèces, son élimination entraîne une multiplication de cette dernière. En second lieu, SIMMONDS observe que la proportion de *D. centrella* dans les cultures plus âgées est très forte. Par conséquent, l'adaptation de cette espèce par rapport à la Canne à sucre aurait notablement progressée depuis l'époque où MYERS formulait son hypothèse. Par contre, la situation de *D. impersonatella* ne se serait pas sensiblement modifiée entre-temps.

2. — Guiana

En Guiana, MYERS (1931) observe que *D. impersonatella* ne se rencontre pratiquement jamais dans la Canne à sucre, les deux autres espèces s'y retrouvant en proportion à peu près égale. En 1937, cependant, une modification est apparue en faveur de *D. centrella* qui représente alors 66 p. 100 du total des récoltes effectuées. Le phénomène s'accroît encore par la suite puisque BATES (1965) fait état des proportions suivantes : *Eodiatraea centrella* = *D. centrella* 87 p. 100, *D. saccharalis* 12 p. 100 et *D. impersonatella* 1 p. 100. Cet auteur conclut que la première espèce seule revêt une importance économique. Il fait toutefois remarquer que des migrations saisonnières de *D. saccharalis* en provenance des rizières est susceptible de bouleverser momentanément ces proportions.

Dans ce pays, par conséquent, l'équilibre interspécifique s'est déplacé. La cause doit en être recherchée dans l'introduction d'une Tachinaire parasite *Metagonistylum minense* TNS effectuée en 1933 par MYERS, BOX et CLEARE. Ce parasite, découvert par les premiers nommés dans le bassin de l'Amazone, est très actif vis-à-vis de *D. saccharalis* mais il n'attaque pratiquement pas *D. centrella*. Celle-ci s'est donc mise à occuper progressivement la niche plus ou moins totalement libérée par *D. saccharalis*. BATES (*op. cit.*) observe aussi que les attaques de *D. centrella* sont actuellement plus fréquentes pendant les premiers mois du développement de la Canne, alors qu'en présence de *D. saccharalis*, la multiplication de *D. centrella* est retardée jusqu'à la fin de la période de croissance de la Canne (SIMMONDS, 1956).

3. — Sainte-Lucie

Le même phénomène s'est reproduit dans l'île de Sainte-Lucie à la suite de l'introduction de *M. minense*. Les proportions observées, qui étaient antérieurement de 90 larves de *D. saccharalis* pour 10 de *D. centrella*, se sont équilibrées à 50 p. 100 quelques années plus tard. En raison de l'abandon de la culture de la Canne à sucre dans cette île, les observations sont ensuite interrompues. L'interaction d'une espèce sur le développement de l'autre paraît bien mise en évidence.

III. — LES PYRALES DE LA CANNE À SUCRE EN GUADELOUPE

En Guadeloupe la situation de ces Pyrales et des Tachinaires parasites est à l'étude depuis 1968. Deux espèces sont présentes : *D. saccharalis* et *D. impersonatella*. Trois Tachinaires différentes furent successivement introduites pour lutter contre elles : *M. minense* (1938), *Lixophaga diatraeae* (1942) et *P. claripalpis* (1953).

1. — Répartition des Pyrales

Le département de la Guadeloupe est constitué de deux îles juxtaposées. L'une, la « Grande-Terre » plate et sèche est cultivée en Canne à sucre dans sa plus grande partie. La seconde est d'origine volcanique, très humide sur le versant exposé au vent. La Canne à sucre y cède la place à d'autres spéculations (Banane) dans les régions les plus arrosées.

En Grande-Terre, *D. saccharalis* est presque seule présente dans la Canne bien que *D. impersonatella* ait été retrouvée dans des touffes de *Paspalum virgatum* à proximité immédiate de la culture. Cette graminée spontanée est beaucoup moins abondante dans cette île que dans l'autre.

En Guadeloupe proprement dite, la position respective de chaque espèce est susceptible de varier fortement d'une localité à une autre. Dans certaines d'entre elles, la ségrégation des espèces entre la graminée cultivée et la graminée spontanée est presque absolue. Ailleurs, la pénétration de *D. impersonatella* dans la culture est très apparente, tout en demeurant essentiellement limitée à la zone de bordure. Dans d'autres cas enfin, exceptionnels, l'espèce devient dominante à l'intérieur même de l'agrocénose.

2. — Étude d'un biotope

Une étude est entreprise à Bourdon (Guadeloupe proprement dite) afin de tenter de préciser certaines des relations existant entre les communautés. Cette localité est choisie en raison de l'abondant peuplement de *P. virgatum* envahissant les chemins qui délimitent les parcelles de Canne.

Méthodes (1)

Plusieurs prélèvements sont effectués au cours de l'année dans les deux biotopes (Canne et *Paspalum*). De plus, on distingue, pour les parcelles de Canne, une zone de bordure, située à moins d'une vingtaine de mètres des chemins, et une partie centrale.

La méthode consiste à rechercher les plants attaqués et à en extraire les larves vivantes. Celles-ci sont ensuite mises isolément en élevage au laboratoire. L'espèce et le stade larvaire sont déterminés à ce moment.

L'élevage se fait sur un milieu artificiel dont la composition diffère quelque peu pour chacune des espèces. La sortie des parasites est notée. Le pourcentage de parasitisme est calculé à partir du nombre de parasites obtenus par rapport au nombre total de larves de l'hôte qui ont été récoltées.

La recherche des larves à l'intérieur de la Canne à sucre est laborieuse. Elle est beaucoup plus aisée dans *P. virgatum*. Cette recherche est poursuivie jusqu'à ce que 300 à 1 000 larves soient réunies pour chacun des biotopes. Le temps nécessaire est compris entre un à trois jours selon les circonstances et la densité de la population étudiée.

Résultats.

Il est rare de retrouver *D. saccharalis* dans *P. virgatum* quelque soit la saison (tabl. 1). On sait, toutefois, que son développement complet est possible sur cette plante, nous l'avons facilement obtenu au laboratoire. Par contre, *D. impersonatella* pullule parfois dans ce biotope et envahit le biotope voisin : il arrive que dans la bordure des parcelles de Canne cette espèce soit aussi abondante que la précédente. Dans la partie centrale elle ne constitue plus que 10 p. 100 du total de larves récoltées.

(1) Cette étude devant faire l'objet d'une publication particulière on n'entrera pas ici dans le détail des méthodes employées ni des résultats obtenus.

Le parasitisme par *L. diatraeae* et *M. minense*, qui sont les seules espèces présentes, se répartit entre les hôtes et les habitats de façon inégale (tabl. 2).

Dans la Canne à sucre, et sans qu'il soit nécessaire de maintenir la distinction entre bordure et partie centrale, 90 p. 100 du parasitisme est imputable à *L. diatraeae* quelque soit l'hôte considéré. Dans les peuplements de *P. virgatum*, par contre, parasitisme est dans trois quart des cas provoqué par *M. minense*. Dans cet habitat, le très faible nombre de *D. saccharalis* présent ne permet pas de calculer le pourcentage de parasitisme pour cette espèce.

TABLEAU I

Larves de D. saccharalis et D. impersonatella récoltées dans la Canne à sucre et le Paspalum à Bourdon, Guadeloupe

Dates	Paspalum		Canne à sucre			
	Total	<i>D. saccharalis</i> (%)	Bordure		Partie centrale	
			Total	<i>D. saccharalis</i> (%)	Total	<i>D. saccharalis</i> (%)
Janvier 1969	1 033	1	678	51	757	89
Juin 1969	—	—	270	63	—	—
Novembre 1969 ...	534	2	566	80	498	92
Mars 1970	104	1	—	—	—	—

TABLEAU 2

Fréquence (en p. 100) de L. diatraeae dans le parasitisme par Tachinaires de D. saccharalis et D. impersonatella à Bourdon en 1969
(le complément à 100 représente le parasitisme par *M. minense*)

Espèce hôte	Paspalum		Canne à sucre			
	Janvier (%)	Novembre (%)	Bordure		Partie centrale	
			Janvier (%)	Novembre (%)	Janvier (%)	Novembre (%)
<i>D. saccharalis</i>	—	—	100	97	98	100
<i>D. impersonatella</i> ..	19	33	89	100	90	100

On observe à propos des phytophages que *D. impersonatella* exclut presque totalement *D. saccharalis* du biotope qu'il occupe lui-même et envahit celui de l'espèce concurrente. Son comportement est celui d'une espèce dynamique.

Pour les entomophages, on constate que *M. minense* ne pénètre pratiquement pas dans l'agrocénose qui est entièrement occupée par *L. diatraeae*. Cette dernière déborde au-delà et participe pour un quart environ au parasitisme larvaire dans la graminée spontanée.

L'analyse de la manière dont se répartissent les parasites entre les deux hôtes se révèle occasionnellement statistiquement significative. Lorsque c'est le cas, la différence est toujours en faveur de *D. saccharalis*. Des observations supplémentaires paraissent cependant nécessaires avant qu'il soit possible d'affirmer que dans les conditions naturelles cette espèce constitue un hôte plus recherché que *D. impersonatella*.

IV. — DISCUSSION ET CONCLUSION

Les prospections effectuées dans les régions sucrières de l'île de la Guadeloupe révèlent que, dans la zone sèche, la dominance de *D. saccharalis* est presque absolue dans les plantations de Canne à sucre. En zone humide, la situation est plus nuancée : la dominance est parfois aussi nette mais il arrive également que dans certains habitats l'espèce soit plus ou moins vivement concurrencée par *D. impersonatella*, cette dernière pouvant devenir dominante à son tour.

Ces observations rappellent celles de MYERS à Trinidad bien que l'aire des habitats où *D. impersonatella* prédomine paraisse ici beaucoup plus restreinte que là.

L'intervention des Tachinaires parasites ne modifie pas aussi radicalement l'équilibre entre *D. saccharalis* et *D. impersonatella* que celui de *D. saccharalis* et *D. centrella*. Les deux parasites, dans le premier cas, sont, en effet, communs aux deux espèces. Les différences observées dans les attaques proviennent d'une fréquentation inégale des habitats par les deux entomophages : l'un occupe à peu près seul l'agrocénose, le second se trouve fixé dans la lisière. C'est à l'intérieur de ce biotope que se développe la compétition.

Bien qu'à Bourdon *M. minense* ne soit que très rarement retrouvé dans la Canne à sucre, ailleurs cette Tachinaire est susceptible de coloniser l'agrocénose. En 1967, CARL récolte dans les Cannes de différentes localités de Guadeloupe proprement dite un nombre plus élevé de pupes de *M. minense* que de *L. diatraeae*. Toutefois, l'échantillon récolté par ce chercheur est faible. En 1970, nous observons dans une localité de Martinique un pourcentage de parasitisme par *M. minense* de 12 p. 100 contre 1 p. 100 par *L. diatraeae*. En Guiana et au Vénézuéla, les taux de parasitisme par *M. minense* sont plus élevés encore mais dans aucun de ces pays *L. diatraeae* n'est établi.

Ces deux Tachinaires sont isolément susceptibles de parasiter les larves de ces Pyrales dans les parcelles de Canne à sucre. Ces insectes occasionnellement cohabitent à l'intérieur des mêmes parcelles. Cependant à Bourdon, on semble assister au développement d'une exclusion compétitive conduisant à la disparition de l'une des espèces. *M. minense* bénéficie cependant d'une station refuge constituée par les peuplements spontanés de *P. virgatum* en lisière. La compétition néanmoins se poursuit dans ce biotope refuge bien que l'équilibre s'y établisse actuellement encore à l'avantage de *M. minense*.

S'il est, par ailleurs, tenu compte du fait que l'introduction de *L. diatraeae* en Guadeloupe est postérieure de quatre années à celle de l'espèce concurrente, le caractère agressif du comportement de la première espèce paraît évident.

Il serait prématuré de généraliser les observations réalisées à Bourdon aux autres cas de compétition entre ces deux Tachinaires. Un exemple inverse est, en effet, cité

à l'île de Sainte-Lucie où *L. diatraeae* introduite en 1932 s'est trouvée éliminée par *M. minense* libérée deux années plus tard (Box, 1938).

A Cuba et à Porto Rico, les tentatives d'établissement de *M. minense* en présence de *L. diatraeae* échouèrent. En Guiana et au Vénézuéla, par contre, l'acclimatement de *M. minense* non concurrencée par *L. diatraeae* réussit aisément.

En conclusion, ce travail préliminaire semblerait montrer que l'on observe actuellement en Guadeloupe différentes phases d'une compétition entre espèces semblables. Cette compétition s'exerce, d'une part, entre deux phytophages et, d'autre part, entre deux parasites de ces derniers récemment introduits. Compte tenu de la diversité qui caractérise les biotopes des petites îles antillaises, il n'est pas exclu que, selon les lieux, le résultat final de ces compétitions soit diamétralement opposé entraînant ainsi sur une petite surface une souhaitable complexité biologique.

Reçu pour publication en juillet 1971.

SUMMARY

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THREE SUGAR CANE PYRALIDAE BELONGING TO THE NEOTROPICAL GENUS DIATRAEA GUILDING

This study is limited to three species which are harmful to sugar cane in the West Indies : *Diatraea saccharalis* FAB., *D. impersonatella* WLK. and *D. centrella* MOSCH (*D. canella* HAMPS). The Carribean region constitutes only a fraction of the dispersion area of each.

The distribution of *D. saccharalis* is the most widespread : it extends from 30° North to 35° South. *D. impersonatella* does not go beyond the 16° parallels, from Guadeloupe in the north to Brazil and Peru in the south. *D. centrella* is present in the West Indian Archipelago Islands as far north as Martinique (14°3'). On the continent it is only known from the Guianas to Venezuela.

The plant hosts of *D. saccharalis* are numerous and include Sugar cane, Maize and Rice. This species is generally the most common in Sugar cane cultivation. However there are notable exceptions to this, e. g. in Mexico various species take locally the place of *D. saccharalis*. In some districts of Venezuela and Trinidad, *D. impersonatella* is the dominant species. In Guiana *D. centrella* has become the most abundant species following the introduction of *Metagonistylum minense* a Tachinid parasite of *D. saccharalis* the former dominant cane borer. The same has been observed in St. Lucia for identical reasons.

In Guadeloupe only *D. saccharalis* and *D. impersonatella* may be found. Three Tachinid parasites have been introduced since 1938.

In the Eastern part of the island *D. saccharalis* is nearly the only species to be found in Cane plantations although *D. impersonatella* develops in small number in wild gramineas. In the Western region, different situations have been encountered : at places, the two species segregate rather strictly between Sugar cane and *Paspalum*. In other places, *D. impersonatella* advances very markedly into the Cane fields. In still other cases, though very limited, this latter species become dominant inside the agroecosystem itself.

A competition has also been observed between the Tachinid parasites and it seems that in Sugar cane fields *Lixophaga diatraeae* is in most cases the dominant species while *Metagonistylum minense* is more abundant in *Paspalum* stands.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BATES J. F., 1965. Investigations on Moth Borers in British Guiana. *Proc. 12th Intern. Congr. of Sugar Cane Technologists*. Puerto Rico.
- BLESZINSKY S., 1969. The taxonomy of the Crambine Moth Borers of Sugar Cane. Pests of Sugar Cane. Elsevier Publ. Co.

- BOX H. E., 1938. The introduction and establishment of the Amazon fly (*Metagonistylum minense* TOWNS) and control of *Diatraea saccharalis* F. by means of this parasite. Report upon a visit to St-Lucia Govt. Printing Office. St-Lucia B. W. I.
- BOX H. E., 1948. The geographical and ecological distribution of some neo-tropical species of *Diatraea* GUILD. (Lep., Pyral.) and certain of their parasites. *Proc. 8th Intern. Congr. Entom.*, Stockholm, 351-357.
- BOX H. E., 1948. Notes on the genus *Diatraea* GUILDING (Lep., Pyral.). *Bol. de Entomol. Venezuela*, VII, 1 et 2, 26-59. Caracas.
- CARL K. P., 1967. Report on a survey of Moth Borer parasites in Guadeloupe. *Comm. Inst. Biol. Control*. Curepe, Trinidad.
- CLEARE L. D., 1939. The Amazon fly (*Metagonistylum minense* TOWNS.) in British Guiana. *Bull. Entomol. Res.*, **30**, 85-102.
- MYERS J. G., 1931. A preliminary report on an investigation into the biological control of West Indian Insect Pests. *His majestys' stationery Office*. Londres.
- MYERS J. G., 1932. The original habitat and host of three major sugar cane pests of tropical America (*Diatraea*, *Castnia*, and *Tomapsis*). *Bull. Entomol. Res.*, **23**, 257-271.
- MYERS J. G., 1935. Second report on an investigation into the biological control of West Indies insect Pests. *Bull. Entomol. Res.*, **26**, 2, 181-252.
- SIMMONDS F. J., 1956. Seasonal variation in attack by *Diatraea* spp. on Sugar Cane in Trinidad. *Trop. Agric.*, **33**, 221-231.
- WILEN M. J., 1969. Aspects of control of *Eodiatrella centrella* in Guyana. *Proc. Congr. Sug. Cane Techn.*, Trinidad.
-

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA BIOLOGIE
DE *MICROGASTER TIRO* REINH.
HYMÉNOPTÈRE *BRACONIDAE*
PARASITE DE LA TORDEUSE DES CÉRÉALES :
CNEPHASIA PUMICANA ZELLER
LÉPIDOPTÈRE *TORTRICIDAE*

J.-P. CHAMBON

avec la collaboration technique de G. GENESTIER

Station centrale de Zoologie,
Centre national de Recherches agronomiques, I. N. R. A.,
78 - Versailles

RÉSUMÉ

Dans le Gâtinais, les parasites de *Cnephasia pumicana* jouent un rôle important dans l'évolution des populations de leur hôte. Une espèce : *Microgaster tiro* REINH. (Hymenop. *Braconidae*) domine le complexe parasitaire au cours de la période étudiée de 1967 à 1970.

Après un bref rappel de l'importance économique et de la biologie du ravageur *C. pumicana*, la biologie de *M. tiro*, établie en parallèle avec celle de son hôte, est exposée en décrivant sommairement les différents stades larvaires du parasite. La deuxième partie de ce travail porte sur le rôle joué par *M. tiro* dans l'évolution des populations de *C. pumicana* et l'importance de ce rôle au cours des années d'observation.

I. — INTRODUCTION

Les dégâts causés depuis quelques années aux céréales, dans le Gâtinais, par la Tordeuse *Cnephasia pumicana* ZELLER retiennent actuellement notre attention. Ce Tortricide à cycle univoltin se développe essentiellement sur blé, orge et avoine, mais on le trouve fréquemment sur d'autres Graminées ainsi que sur des plantes de familles très différentes telles que Lin et Luzerne.

Depuis 1964, cet insecte pullule dans des secteurs où l'on note la présence de bois et taillis. Les dommages causés par *C. pumicana* se traduisent par des pertes

élevées du point de vue économique, qui permettent de considérer cette Tordeuse comme un ravageur important des céréales (CHAMBON, 1970).

Cette étude a été réalisée dans la région de La Chapelle-la-Reine (Seine-et-Marne), premier foyer de pullulation de ce nouveau ravageur.

A. — *La Tordeuse C. pumicana*

Les adultes volent en juillet. Les femelles, de mœurs crépusculaires et nocturnes, déposent leurs œufs sur l'écorce rugueuse des arbres bordant les cultures infestées. Ces œufs éclosent en juillet-août et les jeunes larves qui en sortent se glissent sous les écorces où elles tissent un « hibernaculum » et entrent en diapause jusqu'au printemps suivant.

La diapause éliminée, les chenilles toujours au premier stade (L_1) reprennent leur activité de mars à mai, à une époque où les céréales de printemps, en particulier, sont au stade tallage et sur lesquelles elles vont d'abord vivre en mineuses de feuilles.

La coïncidence entre la reprise d'activité, la dispersion par le vent des L_1 et le stade herbacé des céréales, détermine, en partie, la zone de l'optimum vital de l'insecte.

Pendant ses quatre premiers stades la chenille est phyllophage : au cours des cinquième et sixième stades, elle s'attaque aux tiges qu'elle peut sectionner et aux épis qu'elle mutile. La nymphose a lieu en juin sur place.

Afin de connaître les fluctuations de population des chenilles L_1 de *C. pumicana*, un système de piégeage des larves, au cours de leur dispersion par le vent, a été mis au point et nous donne un reflet des variations du niveau des populations dispersées dans les conditions naturelles (CHAMBON, 1968-1969) (fig. 1).

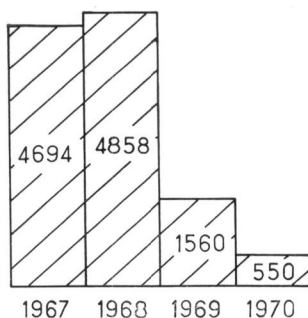


FIG. 1. — Variation numérique des captures de L_1 de *C. pumicana* au moyen de pièges à glu de 1967 à 1970 à La Chapelle-la-Reine (S.-et-M.)

La pullulation très récente de *C. pumicana* n'a pas encore permis de réaliser une étude épidémiologique complète à son sujet.

Parmi les nombreux facteurs agissant sur la dynamique de population du ravageur, nous pouvons, dès à présent, mis à part l'action des traitements insecticides, retenir :

— les facteurs agrotechniques qui ont pu dans une certaine mesure évoluer dans un sens favorable à l'espèce ;

— les facteurs climatiques, en particulier la pluviométrie, dont les effets se font sentir principalement au cours de la période de reprise d'activité et de dispersion des jeunes larves ;

— les facteurs biotiques.

En 1968, dans des conditions de surpopulation, une forte proportion de la population a été anéantie par une épizootie vraisemblablement due à une Coccidie.

Enfin, au cours des quatre années d'étude, nous avons pu suivre la progression du rôle des entomophages, qui, en 1970, parasitaient à La Chapelle-la-Reine 70 p. 100 des larves ayant repris leur activité.

B. — *Les parasites de C. pumicana*

L'inventaire de la faune des insectes entomophages associés à *Cnephasia pumicana* ZELL. a été entrepris à partir de chenilles récoltées périodiquement et mises en élevage au laboratoire.

Les entomophages obtenus de cette manière sont tous des Hyménoptères parasites : des Chalcidiens dont certains sont des hyperparasites, des Ichneumonides et des Braconides.

Trois espèces retiennent actuellement notre attention en raison de leur importance numérique :

<i>Itoplectis</i> sp.	<i>Ichneumonidae Pimplinae</i>
<i>Ascogaster</i> sp.	<i>Braconidae Cheloninae</i>
<i>Microgaster tiro</i> REINH. ⁽¹⁾	<i>Braconidae Microgasterinae</i>

L'importance prise par ce dernier (taux de parasitisme voisin de 70 p. 100 en 1970) montre l'effet régulateur de cet entomophage.

Le manque d'informations sur sa biologie et sur son rôle dans la régulation des populations de *C. pumicana* justifie la présente étude.

II. — *MICROGASTER TIRO* REINH.

L'espèce décrite par REINHART semble, d'après TELENGA, occuper l'ouest de l'Europe. Elle a été introduite ultérieurement sur le continent américain où elle s'est bien acclimatée (D. C. READ *et al.*, 1964).

On connaît la biologie d'une espèce voisine : *M. marginatus* NEES. qui est un parasite ovo-larvaire (ZORIN, 1930) tandis que *M. tiro* fait partie du groupe des parasites larvaires ; la ponte et le développement larvaire ont lieu dans la larve de l'hôte.

A. — *Morphologie*

a) *L'œuf.*

L'œuf de *M. tiro* est blanc opaque, il affecte une forme allongée, fusiforme, plus effilée à une extrémité qu'à l'autre. Sa longueur atteint 0,5 millimètre et sa largeur maximale est de 0,1 millimètre (fig. 2).

⁽¹⁾Détermination : R. DESMIER DE CHENON, à qui nous adressons nos remerciements.

Après deux ou trois jours d'incubation à environ 22° (température du mois de juillet), la larve du premier stade éclot (L_1).



FIG. 2. — Œuf de *Microgaster tiro*

b) *La larve.*

A l'éclosion, et durant toute la période d'estivation et d'hivernation jusqu'au début du mois de mai, la L_1 de *M. tiro* est une larve primaire. C'est un type mandibulé, caudé, présentant une segmentation bien visible. On compte 12 segments en plus de la tête et de la queue. La tête très forte, plus large que longue, bien sclérifiée est aplatie et porte deux grandes mandibules, pointues et arquées en position prognathe.

La L_1 mesure, au cours de son arrêt de développement, 0,10 mm de large et 0,2 mm de long, la tête ayant, pour sa part, 0,10 mm de large sur 0,08 mm de long (fig. 3).

La reprise du développement de la L_1 de *M. tiro* a lieu seulement lorsque la larve de l'hôte arrive à la fin du deuxième stade. On voit alors le corps du parasite s'allonger et la vésicule anale apparaître et grossir jusqu'à masquer la cauda. En fin de premier stade, la L_1 mesure environ 1,2 mm de long.

La larve au deuxième stade de *M. tiro* (L_2) apparaît dans les chenilles de *Cnephiasia* au quatrième stade et sa taille croît au cours de son évolution. Il faut remarquer qu'il est très délicat de bien séparer le premier stade du deuxième, car la larve de *Microgaster tiro* garde très longtemps fixée sur elle la capsule céphalique de la L_1 .

Les dimensions de la L_2 sont, en début de stade, de 0,3 mm de largeur sur 1,2 mm de long et atteignent, en fin de développement, 0,7 mm de large sur 2,5 mm de long (fig. 4).

Cette larve comporte toujours 12 segments en plus de la tête et de la vésicule anale très développée. Elle est de couleur blanchâtre et la tête ne présente pas de



FIG. 3. — Larve de *M. tiro* au premier stade

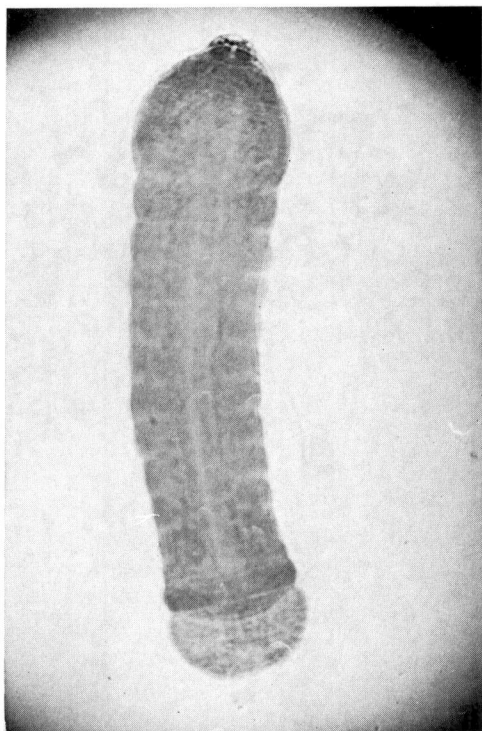


FIG. 4. — Larve de *M. tiro* au deuxième stade

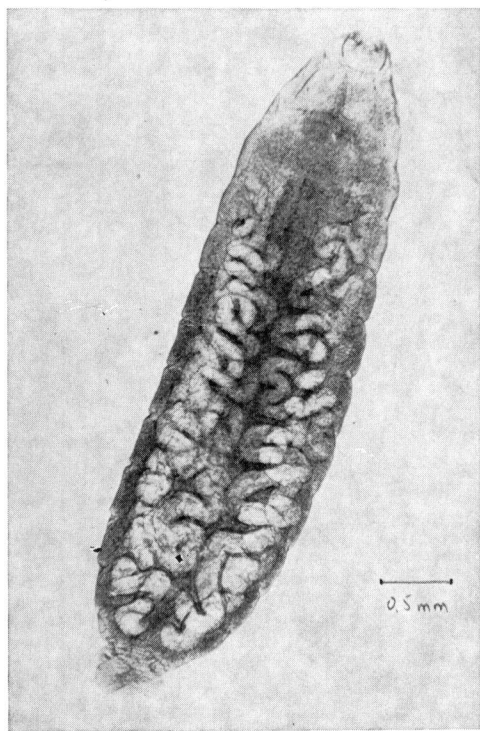


FIG. 5. — Larve de *M. tiro* au troisième stade, extraite d'une *L₅* de *C. pumicana* présentant les restes de la vésicule anale

sclérification notable. Comme chez d'autres larves de Braconidae, l'alimentation est assurée par un sphincter œsophagien.

La larve du troisième stade de *M. tiro* (L_3) est caractérisée par des pièces buccales très développées et sclérifiées et par le développement des glandes séricigènes visibles par transparence.

La jeune L_3 mesure 2,5 mm de long et 0,7 mm de large ; à la fin de son développement elle atteint 4,5 à 5 mm de long et 1,2 mm de large. Tant que la L_3 du parasite est à l'intérieur de l'hôte elle porte encore les restes de la vésicule anale plus ou moins résorbée. Une fois sortie de son hôte la L_3 n'a plus de vésicule (fig. 5, 6, 9).

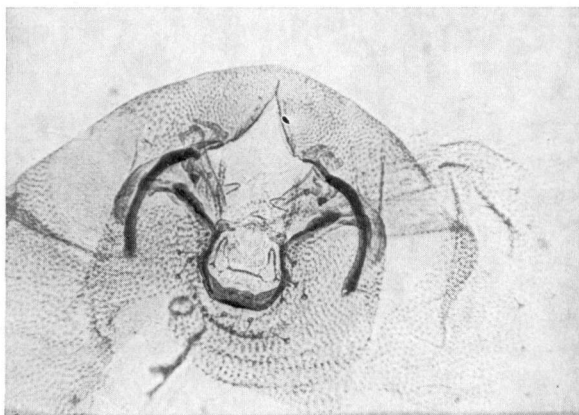


FIG. 6. — Pièces buccales sclérifiées d'une L_3 de *M. tiro*

Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	
L1 L2L3 nymphe adulte ponte_éclosion L1 en diapause dans L1 de C.pumicana												Microgaster tiro
L1 L2 L3 L4 L5 L6 chrys. adulte. ponte_éclosion L1 en diapause sous écorce dans hibernaculum												Cnephasia pumicana
Semis	Tallage		montaison épiaison maturation		moisson							Céréale de printemps (orge)
Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	

FIG. 7. — Schéma récapitulatif montrant les relations plante-ravageur-parasite

c) *La nymphe.*

Après avoir tissé son cocon la L_3 de *M. tiro* se transforme en nymphe blanchâtre, libre, de 3,5 mm de long, dont les yeux se pigmentent rapidement en brun rouge.

d) *Les adultes.*

Les adultes des deux sexes sont noirs, longs de 2 à 3 mm et ont une envergure de 5 à 6 mm. La tête, le mésonotum et le scutellum sont brillants, les côtés du mésothorax sont veloutés, duveteux, les pattes antérieures et médianes sont roussâtres tandis que les pattes postérieures épaisses sont brunes. Les ailes sont transparentes, la costa est rougeâtre et le stigma brun présente une tache blanche à la base.

L'ovipositeur de la femelle a une taille supérieure à la moitié de la longueur de l'abdomen.

B. — *Biologie*

Le cycle évolutif de *Microgaster tiro* dans le temps est présenté dans le schéma récapitulatif suivant (fig. 7) qui résume linéairement la relation complexe plante-hôte-ravageur-parasite. La correspondance entre les trois éléments du complexe est donnée par la droite verticale à une date donnée.

a) *Évolution larvaire de M. tiro.*

Microgaster tiro hiverne sous forme de larve au premier stade (L_1) dans le corps de la L_1 de *Cnephasia pumicana* en diapause, abritée dans son hibernaculum sous l'écorce des arbres (fig. 8). Au printemps les L_1 de *C. pumicana* sont dispersées par le vent au cours de leur reprise d'activité.

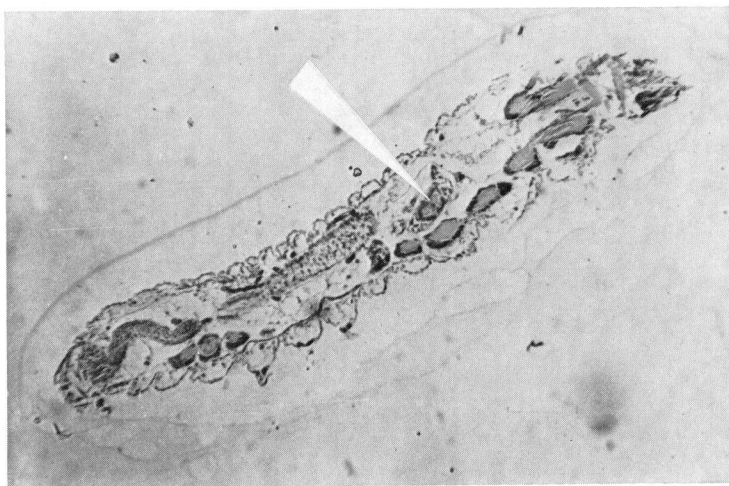


FIG. 8. — Coupe sagittale d'une L_1 de *C. pumicana* en arrêt de développement, montrant au niveau de la flèche la position de *M. tiro*

(La coupe se situe au niveau de la tête du parasite dont on distingue le cerveau)

Arrivées sur leur plante-hôte, les chenilles poursuivent leur développement. Par des prélèvements hebdomadaires et dissection du matériel recueilli, nous

avons pu suivre l'évolution du parasite à l'intérieur du corps de l'hôte, parallèlement au développement de ce dernier. Les notations de la date, du stade de l'hôte et de celui du parasite sont résumées dans le tableau 1.

TAB. I
Évolution parallèle de l'hôte et du parasite

Date du prélèvement	Stade de l'hôte <i>C. pumicana</i>	Stade du parasite <i>M. tiro</i>
De août à février	L ₁ diapause	L ₁
	L ₁ —	L ₁
	L ₁ —	L ₁
mars	L ₁ début reprise activité	L ₁
10 avril	L ₁	L ₁
16 —	L ₁	L ₁
24 —	L ₁	L ₁
3 mai	L ₁ L ₂	L ₁
6 —	L ₂ L ₃	L ₁
13 —	L ₂ L ₃	L ₁
		L ₁ la capsule céphalique vers l'avant
20 —	L ₃ L ₄	indique le passage en L ₂
		L ₂ capsule céphalique de la L ₁ présente
27 —	L ₄	L ₂
4 juin	L ₄ (âgée)	L ₂ grosse
15 —	L ₅ (jeune)	L ₃
15 —	L ₅ morte	L ₃ → cocon blanc

Il ressort de ces observations que, jusqu'au troisième stade de l'hôte, le parasite reste au premier stade. La durée du premier stade larvaire, qui est la forme de résistance de *M. tiro*, est d'environ 10 mois dont 9 en arrêt de développement. Le développement de la L₂ n'apparaît qu'au début du 4^e stade de la chenille de l'hôte et demande environ 15 jours. La larve du dernier stade (L₃) évolue et termine sa croissance au cours du cinquième stade de l'hôte, en quinze jours environ.

Arrivée à la fin de son développement, la larve de *M. tiro* sort de l'hôte et achève de le consommer en ectoparasite sarcophage.

Le passage de la vie endoparasite à une activité ectoparasite sarcophage, comme l'ont montré E. BILIOTTI et J. DAUMAL (1969) chez *Phanerotoma flavitestacea* FISCHER, est nécessaire en permettant à la larve de *M. tiro* d'être placée dans des conditions écologiques favorables à la suite de son évolution.

Après cette phase, la larve de *M. tiro* tisse immédiatement un cocon allongé blanc de 4,5 mm de long sur 1,5 mm de large à l'intérieur duquel elle se nymphose à proximité de la dépouille de la chenille au cours de la deuxième quinzaine de juin (fig. 9).

A la suite de ces observations on peut affirmer qu'une larve de *Cnephasia pumicana* ayant atteint le sixième stade n'est pas parasitée par *Microgaster tiro*.

b) Émergence et activité des imagos.

L'adulte une fois formé, après une durée de nymphose d'environ trois semaines, sectionne le cocon en découpant une calotte sphérique par où il émergera.



FIG. 9. — Cocon de *M. tiro* tissé à proximité immédiate de la dépouille de l'hôte

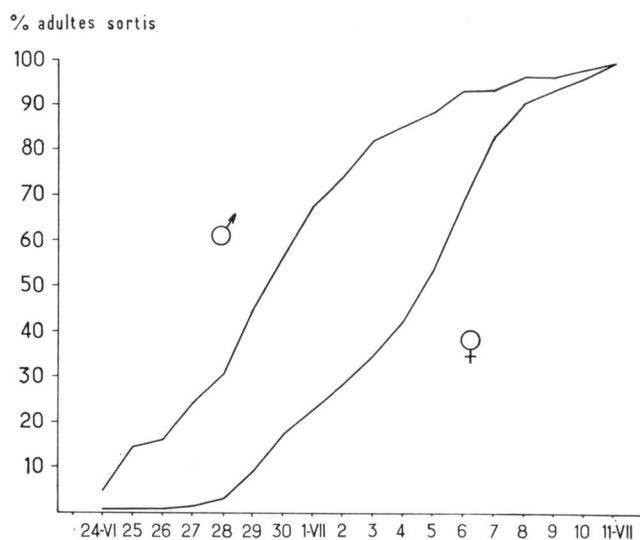


FIG. 10. — Graphique de sortie des adultes de *M. tiro*, mâles et femelles séparés, en p. 100 cumulés pour l'année 1970

Les dates de sortie des adultes ont été précisées en récoltant au cours du mois de juin des épis présentant les marques d'attaque par *C. pumicana*. Ces prélèvements sont placés en cage sous abri et les parasites éclos sont capturés quotidiennement.

Les sorties d'adultes de *M. tiro* ont lieu pendant une période assez brève d'une vingtaine de jours qui se confond avec celle de sortie des imagos de l'hôte (fin juin à mi-juillet) (fig. 10).

Ces dates peuvent être décalées légèrement d'une année à l'autre, selon les conditions de température qui influent sur la vitesse de développement du complexe hôte-parasite.

On note une protandrie dans les sorties, les mâles se libérant quelques jours avant les femelles.

En 1970, pour une population de 195 individus, nous avons dénombré soixante deux mâles pour cent trente trois femelles, le rapport des sexes mâles/femelles est donc d'environ 1/2.

Dès leur émergence les imagos de *M. tiro* quittent les champs où a eu lieu leur développement pour aller dans les bois et taillis voisins des cultures. Rappelons que les adultes de l'hôte présentent le même comportement et qu'ils pondent sur les écorces des arbres. Ce comportement des insectes parfaits assure l'unité de lieu de l'hôte et du parasite.

La longévité des adultes de *M. tiro*, en laboratoire et dans la nature, est supérieure à un mois. Cette longue durée de vie permet la réalisation de la synchronisation temporelle indispensable à la perpétuation de l'association hôte-parasite.

Une fois dans le bois, les adultes de *M. tiro* s'alimentent, s'accouplent et attendent le stade de l'hôte favorable à la ponte.

Remarquons que *M. tiro* pendant cette période d'attente peut déjà assurer la survie de l'espèce en déposant des œufs dans des hôtes plus précoces que *C. pumicana*, tels que *Cnephasia virgaureana*, *C. incertana*, *C. alternella* qui coexistent dans le même biotope et ont des biologies très voisines et des comportements identiques.

Accouplement.

Au laboratoire, des femelles vierges âgées de deux jours placées avec des mâles déclenchent, dès leur introduction, les parades nuptiales de ceux-ci, caractérisées par des vibrations d'ailes et une activité de poursuite intense. L'accouplement qui suit se prolonge une vingtaine de secondes. Nous avons pu constater qu'un mâle pouvait féconder plusieurs femelles. Dans des conditions inverses de celles observées dans la nature, c'est-à-dire avec un nombre de mâles beaucoup plus élevé que celui des femelles, nous avons constaté que les femelles pouvaient copuler plusieurs fois. Nous ne pouvons dire s'il s'agit là d'un comportement normal.

Par ailleurs, nous avons constaté expérimentalement que l'accouplement n'est pas indispensable. En effet, la ponte d'œufs viables a été obtenue de femelles vierges. Ceci est très fréquent chez les Hyménoptères qui présentent une parthénogenèse arrhénotoque.

Ponte.

Mise en évidence du stade parasité.

Les observations faites, au cours de l'élevage de larves de *C. pumicana* récoltées dans la nature, nous ont conduit à penser que ces dernières étaient parasitées très

tôt au cours de leur vie. En effet, les L_1 en hibernation sous écorce, prélevées début septembre et mises à l'abri de toute possibilité de parasitisme, se sont révélées l'être en cours d'élevage ; la ponte a donc eu lieu avant cette date. Plusieurs hypothèses se présentaient à nous ; le parasitisme pouvait avoir lieu, soit pendant la période d'incubation des œufs (10 à 15 jours en juillet-août), soit durant la phase de vie errante très brève, des jeunes chenilles venant d'éclore, se situant entre l'éclosion des larves et leur passage sous écorce, soit, enfin, au début de la période d'arrêt de développement dans l'hibernaculum. Durant ces trois périodes les adultes de *M. tiro* étaient présents.

Pour mettre en évidence à quel moment le parasitisme a lieu nous avons présenté *C. pumicana* aux adultes de *M. tiro* à chacune des étapes précédemment citées. Par dissection nous avons constaté la présence ou l'absence du parasite à l'intérieur de l'hôte.

C'est seulement avec des L_1 de *Cnephasia*, en hibernaculum sous l'écorce, que les résultats furent positifs, et nous avons ainsi retrouvé dans la jeune chenille de *C. pumicana* l'œuf de *M. tiro* qui évoluera en L_1 en deux ou trois jours.

Comportement de ponte.

Après une période de préoviposition très brève, les femelles vierges ou fécondées se mettent à prospecter les rameaux de bois où sont abritées les chenilles-hôtes. Au cours de cette activité, l'exploration est réalisée par les antennes qui ont alors une position caractéristique (fig. 11). Lorsque la femelle a repéré la larve, elle s'arrête puis s'avance en recourbant son abdomen vers l'avant de telle façon que l'extrémité de sa tarière arrive au niveau du point repéré.

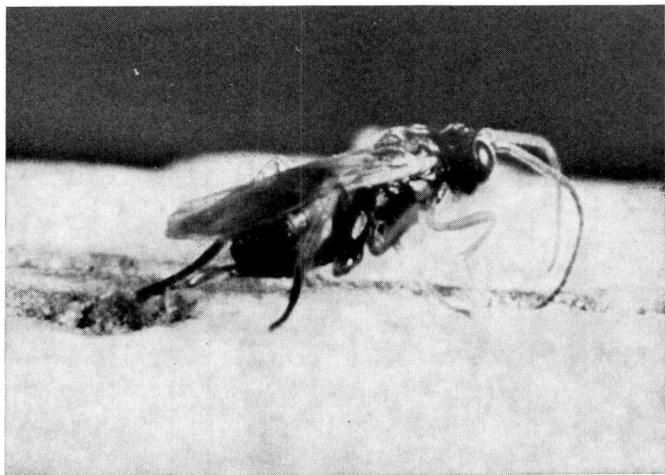


FIG. 11. — Femelle de *M. tiro* en prospection

Après parfois plusieurs tentatives, accompagnées de changements de position, elle enfonce sa tarière complètement et dépose un œuf dans la L_1 de *C. pumicana*, après quoi elle repart à la recherche d'un nouvel individu (fig. 12).

Dans les conditions du laboratoire, le nombre de larves sous écorce étant réduit,

on a pu trouver jusqu'à trois œufs dans la même chenille. Toutefois, dans la nature ce phénomène n'a pas été observé et on peut supposer que les femelles sont capables de reconnaître une larve déjà parasitée.

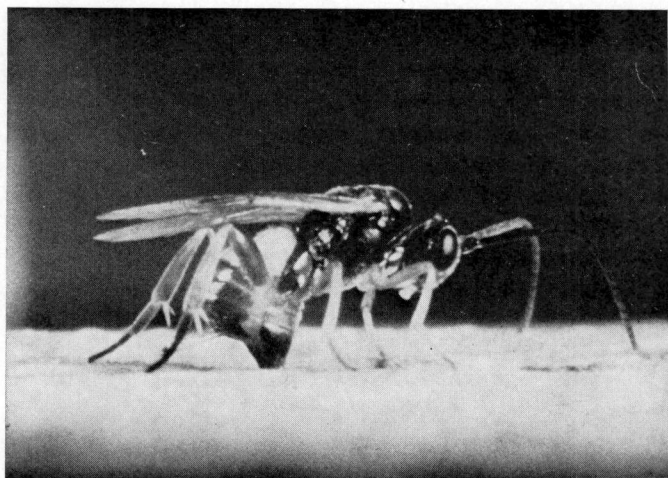


FIG. 12. — La tarière complètement enfoncée, l'abdomen distendu, la femelle de *M. tiro* dépose son œuf dans l'hôte

La présence de l'hibernaculum de soie semble être le stimulus clef qui déclenche la cinèse aboutissant à l'oviposition. Nous avons, en effet, présenté aux femelles de *M. tiro* des hibernaculums vides placés dans des anfractuosités de branche et nous avons vu les femelles prospector, les découvrir et y enfoncer à plusieurs reprises leur tarière sans y déposer d'œufs, l'extrémité de cette dernière ne recontrant pas le corps de la chenille.

TABEAU 2

Durée d'évolution dans les conditions naturelles des divers stades de M. tiro

Stades	Durée moyenne
Adulte	Environ 1 mois
Œuf	2 à 3 jours
L ₁	10 mois
L ₂	15 jours
L ₃	15 jours
Nymphe	3 semaines

Les difficultés rencontrées pour l'étude du potentiel reproducteur des femelles de *M. tiro* ne nous ont pas permis d'apporter ici de précisions sur ce point. Il est très difficile de connaître le nombre d'hôtes fourni au parasite car ils sont inaccessibles à l'œil sous l'écorce et nous n'avons pas encore réalisé d'élevage sur hôte de remplacement plus pratique.

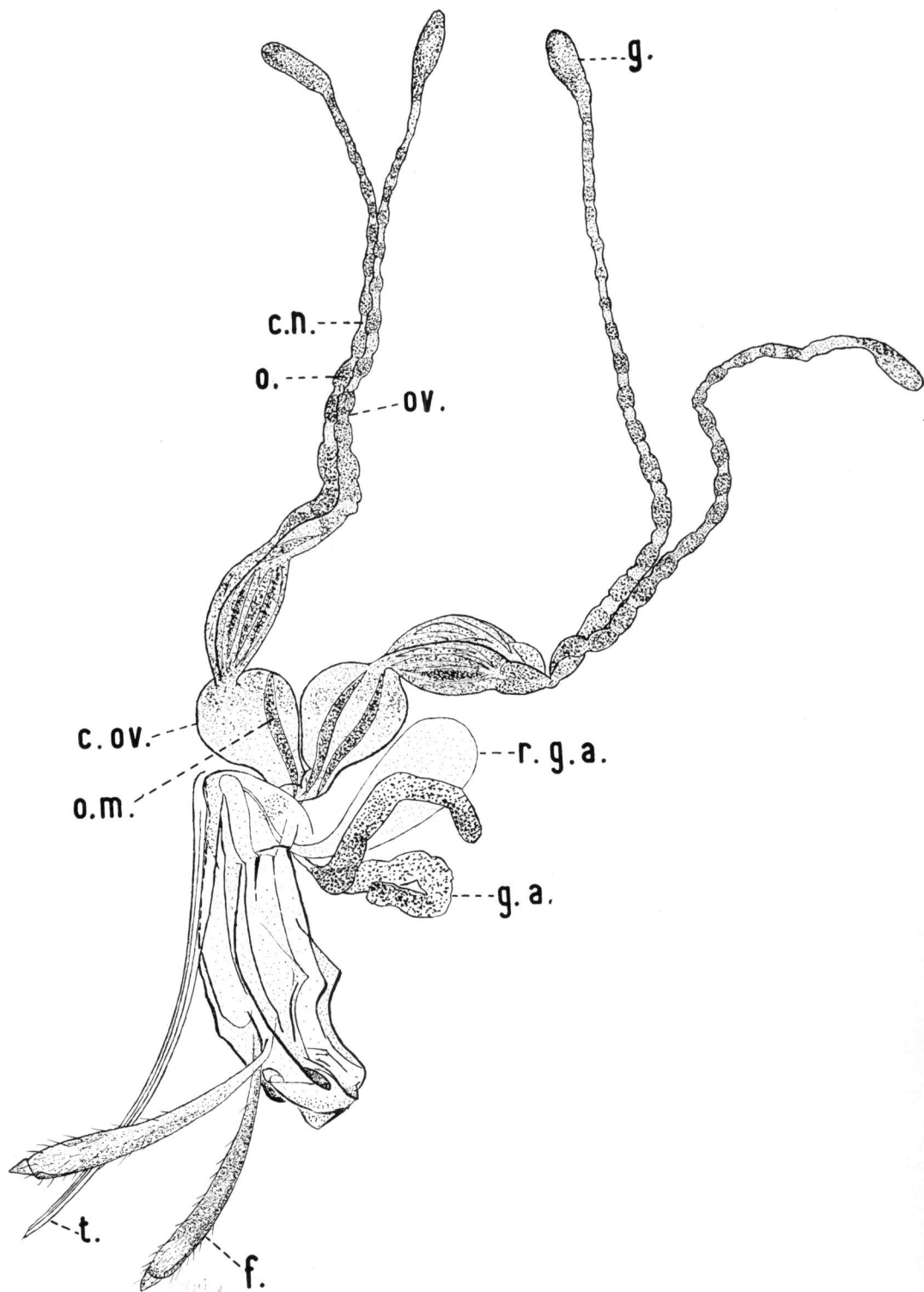


FIG. 13. — Appareil reproducteur femelle de *M. tiro*

ov. : ovariole, C. ov. : calice de l'ovaire, g : germarium, o. m. : œufs mûrs, t. : tarière, g. a. : glande annexe, r. g. a. : réservoir de la glande annexe, O. : ovocyte, C. n. : cellules nourricières, F. : fourreau de la tarière.

Nous avons pu constater, cependant, que les femelles à l'éclosion possèdent une vingtaine d'ovocytes mûrs et qu'elles sont capables de pondre tout au long de leur vie (fig. 13).

Cette étude du cycle évolutif du parasite est résumée dans le tableau 2.

III. — EFFICACITÉ DU PARASITISME DE *MICROGASTER TIRO* REINH.

M. tiro REINH. est un parasite connu du genre *Cnephasia*. D. C. READ et R. F. MORRIS signalent, en 1958, une pullulation de *C. virgaureana*, sur trèfle rouge, pomme de terre et fraisier à Terre-Neuve et dans l'île de Prince-Édouard, jugulée par *M. tiro*.

« En 1960, 2 à 36 p. 100 des chenilles sont parasitées.

En 1961, 78 p. 100 des larves récoltées sont parasitées par *M. tiro*.

En 1962, la diminution de l'infestation est telle qu'il est difficile de trouver des larves et 80 p. 100 des larves trouvées sont parasitées par *M. tiro*. »

H. ZWÖLFER (1968) signale qu'une infestation de *Cnephasia* sp. en 1958 sur Houblon au nord de la Bavière est presque parfaitement enrayée par *Microgaster tiro*.

Ces premières informations bibliographiques nous font apparaître *M. tiro* comme un auxiliaire important pour la réduction des populations de *Cnephasia*.

Au cours des quatre années d'observation (1967 à 1970) dans le Gâtinais, nous avons suivi l'évolution du taux de parasitisme de *M. tiro*.

Chaque année, avant l'émergence des imagos de *M. tiro*, sont effectués des prélèvements d'épis attaqués par *C. pumicana* dont l'examen fournit les chiffres du tableau 3.

TABLEAU 3
Évolution du taux de parasitisme de *M. tiro*
de 1967 à 1970 inclus

	Nombre d'épis attaqués	Nombre de larves disparues	Nombre de chrysalides retrouvées	Nombre de larves mortes de maladies au 6 ^e stade	Nombre de cocons de <i>M. tiro</i>	P. 100 de parasitisme
1967	371	173	107	117	21	8,5
			245			
1968	854	212	91	430	121	18,8
			642			
1969	824	300	102	209	205	39,7
			516			
1970	865	326	216	63	249	47,1
			528			

On s'aperçoit qu'un certain nombre d'épis attaqués ne renferment ni chenilles ni chrysalides ni parasites, ce qui entraîne une incertitude dans l'estimation du taux de parasitisme puisqu'un certain nombre de tordeuses échappent au contrôle. Il n'est pas rare, en effet, de voir des larves de *C. pumicana* changer d'épi après s'être alimentées sur un précédent. A ce moment elle peuvent être les victimes de prédateurs ou tomber au sol et ne pas attaquer d'autre épi.

Pour connaître avec précision le taux de parasitisme en 1970, nous avons effectué des prélèvements de L_{11} , L_{12} , L_{13} vivant en mineuses de feuilles le 6 mai, c'est-à-dire à la fin de la période de reprise d'activité. A cette date, nous étions en présence de la quasi totalité de la population pouvant arriver sur-le-champ. Cette méthode néglige la proportion de chenilles qui, arrivées sur la culture, n'a pas pu s'installer en mineuses de feuilles et ne tient compte que de la population de larves susceptibles de causer des dommages.

Par dissection des chenilles nous avons obtenu les résultats suivants :

Nombre de chenilles prélevées	Nombre de chenilles parasitées par <i>M. tiro</i>	Nombre de chenilles non parasitées
—	—	—
209	148	61

Il ressort ainsi que 70 p. 100 environ des larves installées en mineuses étaient parasitées.

La différence observée (23 p. 100) entre les pourcentages de parasitismes calculés à deux dates différentes peut être expliquée par la disparition ou la mort d'un certain nombre de chenilles et par la présence d'hyperparasites Ichneumonoides, dont on retrouve les cocons à la place de ceux de *M. tiro*, et de chalcidiens.

Facteurs influençant le parasitisme

Un des facteurs importants agissant sur le taux de parasitisme est la profondeur à laquelle la larve de *C. pumicana* peut s'enfoncer dans les anfractuosités et crevasses pour tisser son hibernaculum. Dès que celle-ci dépasse la longueur de la tarière de la femelle de *M. tiro* (1,5 à 2 mm), la chenille est hors de portée du parasite. La vie de celui-ci (11 mois sur 12) se passant à l'intérieur du corps de l'hôte, nous pouvons dire que, d'une façon générale, tout facteur influençant le développement ou la mortalité de l'hôte intervient sur le devenir du parasitisme.

Par ailleurs, un décalage trop grand entre les sorties d'adultes de *M. tiro* et la confection des hibernaculums par les L_1 de *C. pumicana*, pourrait permettre à ces dernières de leur échapper : la longévité des adultes de *M. tiro* étant d'environ un mois et la durée d'incubation des œufs de *C. pumicana* de quinze jours environ.

IV. — CONCLUSIONS

Microgaster tiro REINH. est un insecte univoltin qui présente un arrêt de développement synchrone de celui de son hôte *Cnephasia pumicana* ZELLER. La reprise du développement de la larve au premier stade du parasite est décalée par rapport à celle de l'hôte d'environ un mois. Ce phénomène permet d'assurer une certaine

croissance de l'hôte, nécessaire à l'évolution larvaire complète et plus rapide de *M. tiro*.

Les caractéristiques biologiques et éthologiques de cet entomophage en font un parasite étroitement lié à son hôte ou à des hôtes du même genre, *Cnephasia virgaureana*, *C. incertana*, *C. alternella*.

L'étude du cycle évolutif de *M. tiro* associé à celui de *C. pumicana* nous montre, en effet, que le parasite est présent à l'intérieur de l'hôte onze mois sur douze, et ceci dès le début du premier stade de la larve de *C. pumicana* (juillet-août) bien avant la phase de dissémination de l'hôte par le vent au printemps. Ce fait écologique permet au parasite de suivre son hôte au cours de ses déplacements géographiques. Il en résulte qu'on trouve *M. tiro* dans toute l'aire d'attaque actuelle de *C. pumicana*.

Le taux de parasitisme, dont la progression est suivie depuis 1967, atteignant 70 p. 100 en 1970, montre l'importance de cet Hyménoptère comme facteur de régulation des niveaux de population du ravageur.

D'autre part, nous avons montré que, bien avant son arrivée sur les cultures, le ravageur est parasité. Quelle que soit la date à laquelle sont effectuées les interventions avec des pesticides, nécessaires dans les conditions actuelles de pullulation du ravageur sur céréales (CHAMBON *et al.*, 1968), ceux-ci détruisent à la fois l'hôte et le parasite remettant ainsi en question l'action potentielle du parasite.

L'utilisation des potentialités de *Microgaster tiro* dans l'optique des concepts de lutte intégrée se heurte à un difficile problème, compte tenu du fait que les cycles évolutifs de l'hôte et du parasite ne se dissocient pas au cours de l'année.

Reçu pour publication en juin 1971.

SUMMARY

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE BIOLOGY OF *MICROGASTER TIRO* REINH. (HYMENOPTERA, BRACONIDAE) PARASITE OF THE TORTRICID MOTH *CNEPHASIA PUMICANA* ZELLER (LEPIDOPTERA TORTRICIDAE) ON CEREALS

After a brief recall of the biology and of the economic importance of *Cnephasia pumicana* ZELL. pest of the cereal crops in Gâtinais, the author gives the main parasites of *C. pumicana* and points out the importance taken by *Microgaster tiro* REINH. during the last year.

In the morpho-biological study the different instars of the parasite are described; it is stressed that the larval development of *M. tiro* counts three stages.

Microgaster tiro is an univoltin insect who presents an arrest of growth synchronous with that of his host *C. pumicana*. The resumption of the development of the parasite larva at the first instar takes place about one month after that of the host. This phenomenon allows the host to develop itself enough to let *M. tiro* reach his total larval development which is much shorter. According to his biological and ethological characteristics, this entomophagous is a parasite closely associated with his host or host of the same genus, *Cnephasia virgaureana*, *C. incertana*, *C. alternella*.

The study of the biological cycle of *M. tiro* associated with that of *C. pumicana* shows that the parasite lies inside the host eleven months out of twelve from the beginning of the first instar of the larva of *C. pumicana* (JULY-AUGUST) before the host dissemination by the wind in spring. This ecological fact allows the parasite to follow his host during his geographical displacements.

Consequently *M. tiro* is found in the whole area damaged by *C. pumicana*.

The parasitism rate (the increase of which is followed since 1967) which reaches 70 p. 100 in 1970 shows the importance of this Hymenoptera as a regulating factor of the population levels of the pest.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BILIOTTI E., DAUMAL J., 1969. Biologie de *Phanerotoma flavitestacea* FISCHER (Hyménoptère Braconidae). Mise au point d'un élevage permanent en vue de la lutte biologique contre *Ectomyelois ceratoniae* ZELL. *Ann. Zool. Écol. anim.*, **1** (4), 379-394.
- CHAMBON J.-P., 1966. Pullulation d'une tordeuse (*Cnephasia pumicana* ZELL.) sur céréales dans la région de Malesherbes (Loiret). *C. R. Acad. Agric. Fr.*, **52**, 17, 1270-1272.
- CHAMBON J.-P., 1968. Mise au point d'avertissements agricoles contre la tordeuse des céréales (*Cnephasia pumicana* ZELL., Lep. Tortricidae). *Rev. Zool. agric. appl.*, **67**, 7/9, 95-102.
- CHAMBON J.-P., GOIX J., PFEIFFER C., 1968. *Cnephasia pumicana* ZELL. Nouvelles observations biologiques et essais de lutte. *Phytiatr. Phytopharm.*, **17**, 2, 119-128.
- CHAMBON J.-P., 1969. Extension d'un foyer et dispersion des populations d'une tordeuse (*Cnephasia pumicana* ZELLER. Lépidoptère Tortricidae). *Ann. Zool. Écol. anim.*, **1** (4), 433-444.
- CHAMBON J.-P., 1970. Incidence des populations de *Cnephasia pumicana* ZELL. (Lép. Tortricidae) sur les rendements des cultures d'orge. *Ann. Zool. Écol. anim.* **2** (4), 555-577.
- READ D. C., MORRIS R. F., 1964. The occurrence and life history of the leaf tier *Cnephasia virgaureana* TREIT. (Lepidoptera Tortricidae) and its parasites in New Foundland and Prince Edward Island. *Canad. Ent.*, **96** (10), 1336-1339.
- SCHUTZE K. T., ROMAN A., 1931. Schlupfwespen. *Isis Budissina Bautzen*, **12**, 1-9.
- TELENGA N. A., 1955. Fauna of the U. S. S. R. Hymenoptera. Fam. Braconidae. Microgasterinae, Agathinae. *Zool. Inst. Akad. Nauk. S. S. S. R.*, Moscou, **5**, N 4, 295 p.
- THOMPSON W. R., 1953. A catalogue of the parasites and predators of insect pest. Part. 2 (*Aganidae* to *Braconidae*), p. 159. Ottawa. Ont. Canada. *The Commonwealth Institut of biological control*.
- ZORIN P. V., 1930. Sur la biologie de *Microgaster marginatus* NEES. *Rev. Russe Ent.*, **24**, 220-224.
- ZWOLFER H., 1968. Preliminary studies of the parasites of *Cnephasia virgaureana* TREIT. (Lep. Tortricidae) and of related species in middle Europe. *Commonw. Inst. of Biol. control Tech. Bul.*, n° 10, 1-22.

ÉTUDE COMPARATIVE DE LA BIOLOGIE DE DEUX SOUCHES D'*HYLEMYIA ANTIQUA* MEIG., L'UNE SENSIBLE ET L'AUTRE RÉSISTANTE AUX PRODUITS INSECTICIDES ORGANO-HALOGÉNÉS ⁽¹⁾

J. MISSONNIER et E. BRUNEL

avec la collaboration technique de Nathalie BOULLÉ et Jacqueline PERRATON

Laboratoire de Recherche de la Chaire de Zoologie,
Centre de Recherches de Rennes, I. N. R. A.,
École nationale supérieure agronomique,
35 - Rennes

RÉSUMÉ

Cette étude comparative a porté essentiellement sur les points suivants : durées du développement larvaire et nymphal à différentes températures constantes ; déterminisme de la diapause nymphale ; fécondité, ponte et longévité des adultes.

Dans certaines régions françaises de production légumière de plein champ, des lignées d'*Hylemyia antiqua* MEIG. (Dipt. Muscidae) résistantes à l'aldrine et aux produits insecticides voisins, se sont développées depuis une dizaine d'années. Des observations effectuées dans les conditions naturelles et des essais d'élevage en laboratoire semblent mettre en évidence des différences biologiques entre les deux races. C'est ainsi notamment que, dans les zones traditionnelles de culture, les pullulations des mouches résistantes sont souvent plus violentes et dangereuses qu'elles ne l'étaient avant l'emploi des insecticides organo-halogénés ; en laboratoire, au contraire, on rencontre parfois des difficultés d'élevage apparemment plus grandes avec elles.

Depuis une vingtaine d'années, de très nombreuses publications ont été consacrées aux phénomènes de résistance des Insectes vis-à-vis des produits insecticides les plus divers. Les premières mises au point importantes, telles que celles de BROWN (1959-1960), sont très spécialisées puisqu'elles portent sur l'étude des mécanismes de résistance ; depuis, si on excepte les nombreux essais de lutte réalisés dans la pratique agricole avec des insecticides de remplacement, des synergistes, etc., la majorité des travaux accomplis ont un caractère fondamental approfondi : les aspects biochi-

⁽¹⁾ Une communication sur ce sujet a été présentée lors du 6^e Congrès international de la Protection des Plantes, qui s'est tenu à Vienne en 1967.

miques (SMITH, 1962), nutritionnels (GORDON, 1961), génétiques (OPPENORTH, 1965) etc., ont fait l'objet d'expérimentations nombreuses et souvent très complexes. Mais on est surpris de constater qu'il y a fort peu de données comparatives récentes sur la biologie et l'écologie des races résistantes et sensibles. Les publications antérieures à 1960 font assez fréquemment état de telles données, mais, il faut bien le dire, les résultats des différents auteurs sont souvent contradictoires ; METCALF (1955), BROWN (1959) en rapportent un certain nombre.

C'est pourquoi une étude comparative de la biologie de deux races d'*Hylemyia antiqua* sensible et résistante vis-à-vis des produits insecticides organochlorés, a été entreprise ; elle porte sur les points suivants :

- développement des larves et des pupes en fonction de la température ;
- déterminisme du cycle biologique, de la diapause ;
- fécondité et longévité des adultes, vitalité générale.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La plupart des expériences ont été faites avec des insectes issus directement de larves en fin de développement récoltées à l'extérieur. La souche résistante provient des régions de culture de la Manche ; le coefficient de résistance à l'aldrine est voisin de 650 et au lindane de 14 (HENNEQUIN, 1970) ; celui concernant la dieldrine, le chlordane, l'heptachlore ou la télodrine, n'est pas connu mais la résistance à ces produits a été vérifiée dans les conditions de culture (MISSONNIER *et al.*, 1964). La souche sensible provient de la région parisienne.

L'étude comparative du développement larvaire et nymphal et celle du déterminisme de la diapause ont fait l'objet d'un ensemble cohérent d'essais. Les œufs pondus par les adultes directement issus des ramassages d'insectes effectués dans les champs, ont été placés sur des bulbes d'oignons en pot et soumis aux températures constantes de 10, 15, 20 et 25°. Les pupes obtenues dans chacune de ces quatre conditions, ont été triées au fur et à mesure de leur formation et réparties à leur tour en quatre séries de lots soumises chacune à l'une des quatre températures citées. Ceci a permis de comparer les durées de développement larvaire et nymphal des deux souches aux quatre températures, les rendements des élevages, les dimensions des pupes et les taux d'entrée en diapause.

En ce qui concerne l'étude de la fécondité et de la longévité des adultes, une première expérience a été faite avec des mouches issues directement d'insectes récoltés à l'extérieur : la souche résistante s'est révélée particulièrement peu féconde et sa durée de vie a été faible ; ces faits ne pouvaient pas être attribués seulement au facteur résistance car les pupes étaient très petites et très hétérogènes, en raison de la surpopulation larvaire : or la fécondité des diptères dépend beaucoup des conditions de vie des larves ; les adultes issus de pupes petites pondent peu, quelle que soit la nature de leur alimentation (MISSONNIER et STENGEL, 1966). Aussi, une nouvelle expérience a été réalisée avec la première génération d'adultes issus d'élevages de larves effectués en laboratoire, à 20° ; ils recevaient une nourriture riche, à base de lait entier sucré à 10 p. 100, additionné de 5 p. 100 de levure de bière sèche.

Les techniques d'élevage des larves sur bulbes d'oignons, des pupes, des adultes sont décrites par ailleurs (MISSONNIER et STENGEL, 1966).

I. — DURÉES DE DÉVELOPPEMENT DES LARVES ET DES PUPES D'*HYLEMYIA ANTIQUA* RÉSISTANTES ET SENSIBLES

A. — Larves

L'action de différentes températures sur la durée totale de développement des œufs et des larves est montrée dans le tableau 1.

TABLEAU I

Durées moyennes de développement des œufs et des larves de deux souches d'Hylemyia antiqua MEIG., sensible et résistante à l'aldrine

Températures d'élevage des larves (T_l) (°C)	Durées moyennes de développement (D)	
	Souche sensible	Souche résistante
10	65,16	58,53
15	44,78	41,35
20	21,15	20,64
25	16,90	15,49

<i>Analyse statistique</i> (1)	<i>Variance</i>	<i>F calculé</i>
Erreur (24 d. l.).....	0,084 0	—
Facteur résistance R (1 d. l.).....	0,605 0	7,2*
Facteur température d'élevage des larves T_l (3 d. l.)	25,202 6	300**
Interaction R $\times$ T_l (3 d. l.)	0,013 81	< 1

(1) L'analyse statistique a été réalisée après transformation des durées moyennes de développement D en $\sqrt{D}$; cette transformation rend la variation des variances indépendante des moyennes.

Dans chacune des conditions expérimentales, il y avait quatre lots comprenant 100 à 200 larves chacun.

Hylemyia antiqua Meig.

R = souche résistante à l'aldrine

S = souche sensible à l'aldrine

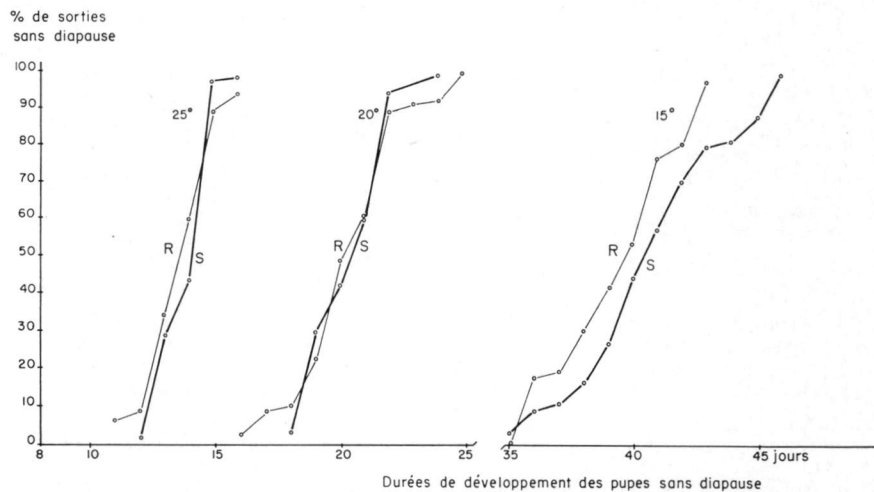


FIG. 1. — Durées de développement nymphal de deux races d'*Hylemyia antiqua* MEIG., résistante et sensible à l'aldrine

Les durées moyennes de développement des larves de la souche résistante (R) sont significativement plus faibles que celles de la souche sensible (S) ; cependant, il y a à peine 10 p. 100 d'écart entre les deux. L'interaction des deux facteurs résistance et température d'élevage larvaire n'est pas significative : les réactions des deux souches vis-à-vis du facteur thermique peuvent être considérées comme homogènes.

Le rendement de l'élevage a été un peu plus faible pour les larves sensibles (656 pupes pour 1 000 œufs) que pour les larves résistantes (734 pupes pour 1 000 œufs) mais les différences n'ont pas été testées.

B. — Pupes

Les durées de développement des pupes sans diapause ⁽¹⁾ placées à différentes températures sont données dans le tableau 2 et la figure 1. Il n'est pas observé de

TABLEAU 2

Durées moyennes de développement nymphal (D) de deux souches d'Hylemyia antiqua MEIG., sensible et résistante à l'aldrine

Températures d'élevage des larves (T _l) (°C)	Températures d'élevage des pupes (T _p)				Moyenne générale (pupes à 20 et à 25°)	
	20°		25°		souche résistante	souche sensible
	souche résistante	souche sensible	souche résistante	souche sensible		
10	21,5 j	20,8 j	14,0 j	15,4 j	17,60 j	18,06 j
15	21,9	22,3	13,5	14,6	17,43	18,23
20	20,2	20,8	15,0	14,2	17,47	17,31
25	20,5	19,6	13,9	14,2	17,06	16,77
	<u>21,02</u>	<u>20,88</u>	<u>14,10</u>	<u>14,57</u>	<u>17,39</u>	<u>17,56</u>
Moy. gén.	<u>20,95</u>		<u>14,33</u>			

Analyse statistique ⁽¹⁾			Variance	F calculé
Effet du facteur	{	température d'élevage des larves (T _l) (3 d. l.)	0,011 006	1,32 NS
		pupes (T _p) (1 d. l.)	2,504 306	300,89**
Interaction des effets	{	résistance à l'aldrine (R) (1 d. l.)	0,002 256	< 1
		T _l et T _p (3 d. l.)	0,012 423	1,49 NS
		T _l et R (3 d. l.)	0,003 806	< 1
		T _p et R (1 d. l.)	0,006 007	< 1
		T _l , T _p et R (3 d. l.)	0,008 323	—

⁽¹⁾ Les données numériques D ont été transformées en $\sqrt{D}$ de manière à rendre les variations de variance indépendantes des moyennes. L'analyse a été réalisée en prenant l'interaction de 2^e ordre (T_l × T_p × R) comme estimation de l'erreur.

Le nombre des pupes a toujours été supérieur à 200, pour chacune des conditions expérimentales.

⁽¹⁾ Il a été admis que les pupes « sans diapause » sont celles qui donnent des adultes dans des délais inférieurs à une fois et demi la durée moyenne de développement nymphal calculée à partir d'un lot qui n'a effectivement pas présenté de cas de diapause.

TABLEAU 3

Influence de différentes températures appliquées aux larves et aux pupes sur le déterminisme du développement nymphal de deux souches d'Hylemyia antiqua MEIG., résistante et sensible à l'aldrine : proportions de pupes n'ayant pas présenté de diapause ⁽¹⁾

Températures d'élevage des pupes (°C)	Souche résistante				Souche sensible			
	Températures d'élevage des larves				Températures d'élevage des larves			
	10°	15°	20°	25°	10°	15°	20°	25°
10	0	0	0	1,3	0	0	0	0
15	0	2,0	62,9	77,3	7,5	10,1	77,1	96,5
20	66,6	75,0	98,6	100	86,2	79,4	88,2	100
25	100	98,8	98,1	100	100	93,3	99,3	100

Analyse statistique. Valeur des χ^2 relatifs à :

Effet du facteur	{	résistance (R) (1 d.l.)	{	larves (T_l) (3 d.l.)	}	$\chi^2 =$	0,8
Interaction des effets	{	T _l et T _p	{	(9 d.l.)	}		2 320,0
	{	R et T _p	{	(3 d.l.)	}		265,3
	{	R et T _l	{	(3 d.l.)	}		338,0
	{	R, T et T _p	{	(9 d.l.)	}		21,0
							21,9
							13,9

⁽¹⁾ Dans chacune des conditions expérimentales, il a été constitué quatre lots de 15 à 30 pupes selon les cas.

TABLEAU 4

Influence du facteur « résistance à l'aldrine » sur le déterminisme du développement des pupes d'Hylemyia antiqua MEIG.

Température d'élevage des larves ou des pupes (°C)	Interrelation de l'effet « Résistance » avec l'effet			
	Température d'élevage de larves (R × T _l)		Température d'élevage des pupes (R × T _p)	
	Souche R	Souche S	Souche R	Souche S
10	0,6	0,0	33,3	51,1
15	44,9	59,4	41,3	48,3
20	92,1	88,9	74,0	68,1
25	99,1	99,6	72,0	75,4

Ce tableau donne les proportions de pupes n'ayant pas présenté de diapause, quelle que soit la température d'élevage des pupes (cas de l'interrelation R × L_i) ou des larves (cas de R × T_p) (se reporter au tableau général 3).

différences significatives entre les deux souches aux températures de 20 et 25° : le facteur résistance n'a pas d'effet significatif, pas plus que le facteur température d'élevage des larves. Aucune interaction n'est significative. Il n'a pas été possible de soumettre à l'analyse statistique les résultats obtenus à 15° car, à cette température, le nombre des pupes qui ne présentent pas de diapause dépend des conditions d'élevage des larves et il est très faible dans certains lots. Les courbes de sorties, néanmoins construites, sont très voisines l'une de l'autre : l'écart entre les durées moyennes de développement nymphal, inférieur à une journée, n'est certainement pas significatif (fig. 1).

Les taux de mortalité nymphale sont très faibles et très voisins pour les deux souches : 10, 85 p. 100 pour celle qui est sensible à l'aldrine (2 300 pupes) et 11,45 p. 100 pour l'autre (1 604 pupes).

Aucune différence n'est observée dans les dimensions des pupes ainsi que le montre l'histogramme de fréquence des longueurs (fig. 2).

II. — FACTEURS DE DÉVELOPPEMENT DES PUPES DÉTERMINISME DE LA DIAPAUSE

H. antiqua présente une diapause qui s'établit au début de la vie nymphale, après l'achèvement des phénomènes d'histolyse ; son déterminisme est sous la dépendance du facteur thermique. A l'intérieur d'une population, le taux de diapause observé dépend des conditions de température subies à la fois par les larves et par les pupes, immédiatement après la mue nymphale (MISSONNIER, 1971).

L'ensemble des résultats obtenus est présenté dans le tableau 3.

On peut admettre qu'il n'y a aucune influence du facteur résistance sur le déterminisme de la diapause. En effet, les χ^2 relatifs à l'effet de ce facteur ou aux interactions de ce même facteur avec les températures d'élevage des larves ou des pupes sont très faibles, négligeables par rapport aux χ^2 relatifs aux effets des conditions thermiques. Ceci apparaît encore quand on regroupe les résultats de manière à les comparer en faisant abstraction, soit de la température d'élevage des larves, soit de celle des pupes : les valeurs moyennes des taux de diapause obtenus sont relativement proches (tabl. 4).

Quand on calcule le taux global des pupes sans diapause, obtenues pour chaque souche, indépendamment de toute condition expérimentale, on trouve 61,8 p. 100 pour les Mouches de l'Oignon résistantes (1 604 pupes) et 63,3 p. 100 pour celles qui sont sensibles (2 300 pupes).

III. — FÉCONDITÉ ET LONGÉVITÉ DES ADULTES D'*HYLEMYIA ANTIQUA* RÉSISTANTS ET SENSIBLES A L'ALDRINE

Cette étude a été réalisée à l'aide d'adultes issus d'une première génération élevée en laboratoire (p. 84).

Ponte ou
fécondité
de 10 ♀

Hylemyia antiqua

œufs
5000

Ponte et fécondité à 20°

R = souche résistante à l'aldrine (G₁)

S = souche sensible à l'aldrine

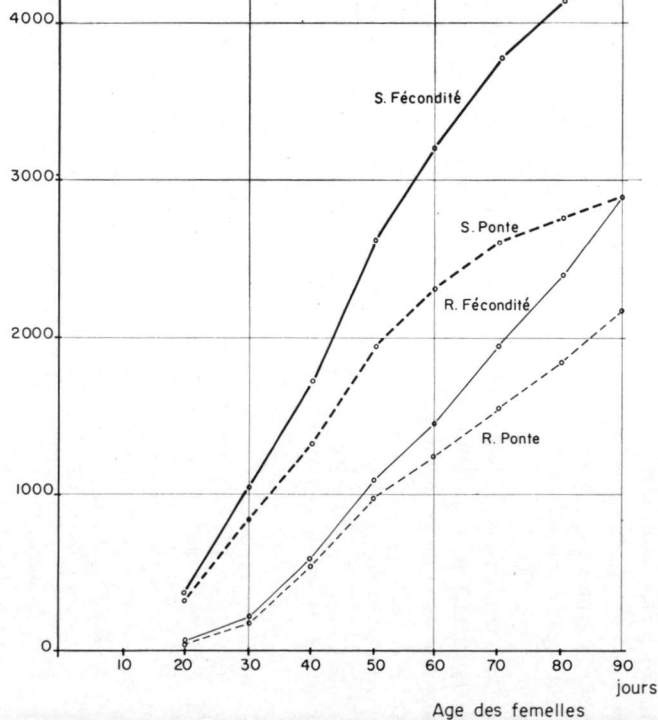
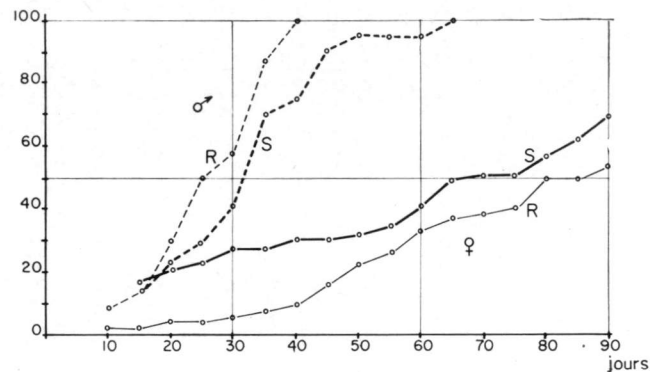
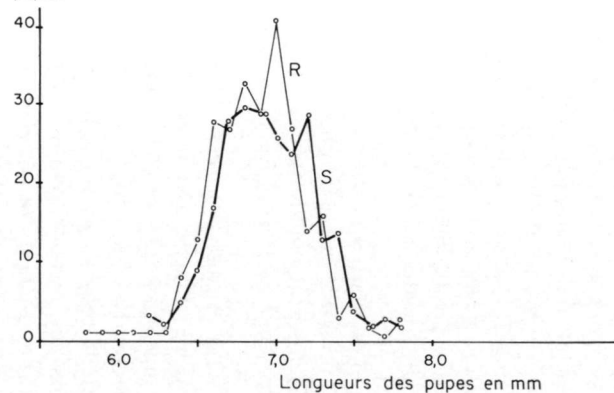


FIG. 2. — Courbes de ponte, de fécondité et de mortalité des adultes de deux races d'*Hylemyia antiqua* MEIG., résistante et sensible à l'aldrine. Dimensions des pupes.

Mortalité %



Nombre de
pupes



Les différences observées sont importantes. La fécondité et la ponte ⁽¹⁾ des femelles sensibles sont beaucoup plus élevées que celles des mouches résistantes (fig. 2) : au 60^e jour, le rapport entre les deux souches est voisin de deux. Ces différences sont apparues dès le début de la période de ponte : les mouches résistantes n'ont eu une bonne fécondité qu'au-delà du 30^e jour alors que celles de la lignée sensible ont pondu en grande quantité dès le 20^e. En période de ponte active, les fécondités des deux catégories d'insectes sont restées très différentes, pratiquement deux fois plus élevées pour la souche sensible. Cependant, des dissections pratiquées vers la fin du deuxième mois n'ont pas fait apparaître de taux de résorption folliculaire anormal chez les mouches résistantes.

Les courbes de mortalité présentent moins de différences, les femelles sensibles ayant eu une longévité plus faible. En dépit de ce fait, leur ponte réelle est beaucoup plus forte que celle des lots de mouches résistantes, l'écart des mortalités n'ayant pas compensé la très grande différence de fécondité.

La constatation des très grands écarts de fécondité entre les deux souches de mouches a incité à comparer, sur la génération suivante issue de larves élevées en laboratoire à 20°, les deux lignées résistante et sensible, ainsi que des adultes issus directement des deux types de croisements possibles entre elles : mâle résistant par femelle sensible et réciproquement. Les fécondités des mouches résistantes et des deux catégories d'hybrides sont très semblables (fig. 3), comparables à celle de la souche résistante de la génération mère antérieure (fig. 2) ; celle de la lignée sensible est nettement plus élevée mais cependant moins bonne que précédemment. On peut quand même admettre que ces résultats confirment ceux obtenus au cours de la première expérience, en ce qui concerne la fécondité. Les courbes de mortalité sont assez voisines sauf pour l'un des lots d'hybrides ; en définitive, les pontes réelles de la souche sensible ont été aussi plus importantes que celles de la lignée résistante ou des hybrides.

En conclusion, la fécondité et la ponte réelle de la lignée résistante récoltée dans le département de la Manche sont nettement moins élevées que celles de la lignée sensible issue de la région parisienne.

(1) La fécondité est calculée journallement en fonction du nombre de femelles effectivement vivantes, ramené à 10 ; cette donnée ne tient pas compte de la mortalité. Les pontes, au contraire, sont calculées par rapport au nombre initial de femelles mises en expérimentation, ramené à 10. Les expériences ont porté sur 48 femelles et 48 mâles, répartis en 6 lots, pour chacune des souches.

FIG. 3. — Courbes de ponte, de fécondité et de mortalité des adultes d'*Hylemyia antiqua* MEIG.

Ponte et fécondité :

R × R, S × S = femelles résistantes et sensibles à l'aldrine.

S × R, R × S = femelles issues des croisements mâle sensible × femelle résistante et mâle résistant × femelle sensible.

Mortalité des mâles :

Rr, Ss = mâles résistants et sensibles à l'aldrine.

Rs, Sr = mâles issus des croisements mâle résistant × femelle sensible et mâle sensible × femelle résistante.

Mortalité des femelles :

rR, sS = femelles résistantes et sensibles à l'aldrine.

rS, sR = femelles issues des croisements mâle résistant × femelle sensible et mâle sensible × femelle résistante.

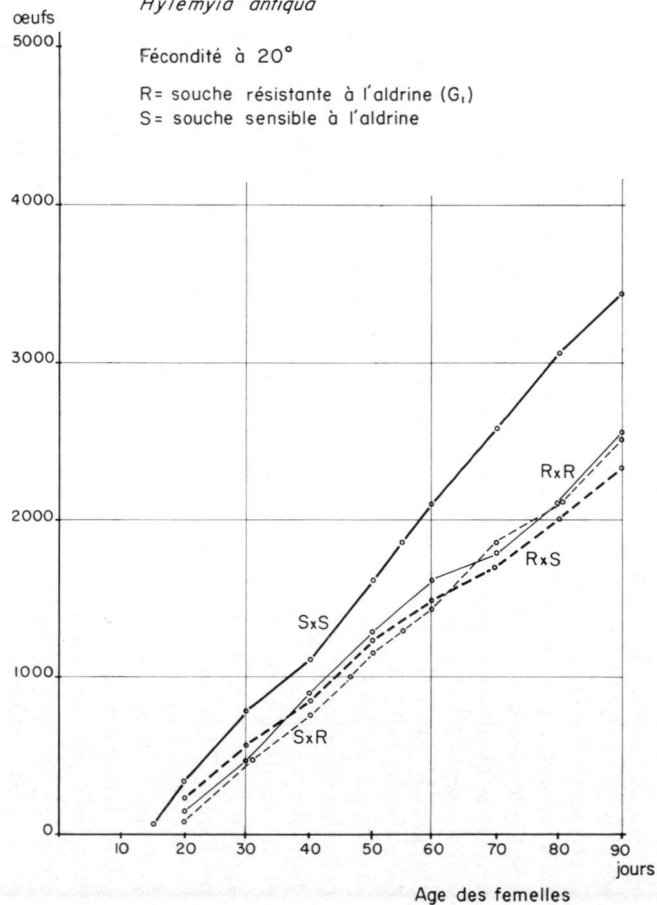
Fécondité
de 10 ♀

Hylemyia antiqua

Fécondité à 20°

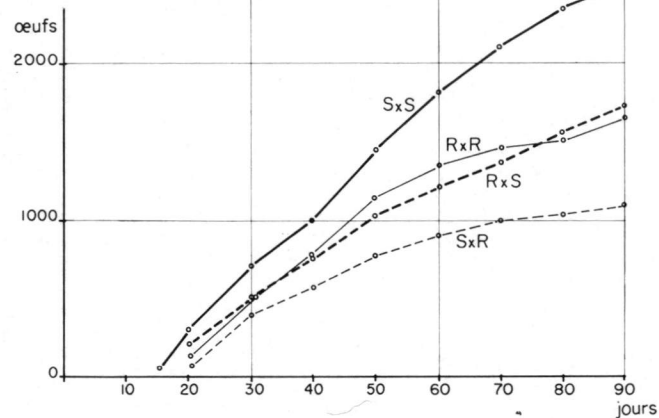
R = souche résistante à l'aldrine (G₁)

S = souche sensible à l'aldrine

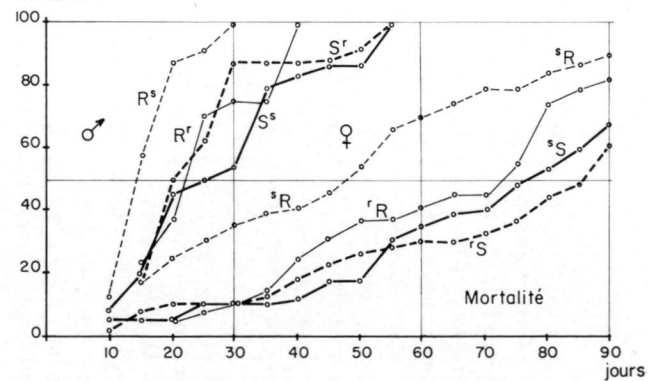


Pontes
de 10 ♀

Pontes à 20°



Mortalité %



IV. — CONCLUSION — DISCUSSION

Les différences biologiques qui séparent les deux souches d'*H. antiqua* étudiées ici sont minimales en ce qui concerne les vitesses de développement larvaire et nymphal, les taux de mortalité, les dimensions des pupes et le déterminisme de la diapause ; seule la durée du développement des larves de la souche résistante est significativement plus faible, mais l'écart est relativement réduit. Par contre, la fécondité de la lignée sensible à l'aldrine est beaucoup plus élevée. En accord avec ces résultats, dans les zones où les phénomènes de résistance se manifestent, le cycle biologique de la Mouche de l'Oignon est tout à fait conforme à celui qui était connu antérieurement ou qui est observé dans les autres régions ; seules les fluctuations de population sont beaucoup plus importantes.

En ce qui concerne la Mouche domestique, *Musca domestica* L., KNUTSON (1959) relate un ensemble de faits concernant le potentiel de reproduction ; celui-ci est souvent plus faible chez les lignées résistantes à la dieldrine (ainsi qu'au lindane et au D. D. T.), ce qui est le cas de la Mouche de l'Oignon étudiée ici. Il indique aussi que, selon les auteurs, les cycles biologiques sont soit plus longs, soit plus courts, bien que l'allongement de la durée du développement larvaire soit le cas le plus fréquent ; ce résultat est plutôt contraire au nôtre. Plus récemment, GRATZ (1966) fait état d'une augmentation de la fécondité des races de Mouche domestique du Libéria, résistantes à la dieldrine. BROWN (1959), relatant des expériences faites avec plusieurs souches de Mouche domestique, dit qu'aucune différence significative ou nette n'a été observée entre les caractères suivants : production des œufs, durée du stade œuf, pourcentage d'éclosion, survie larvaire, poids et survie des pupes, poids et durée de vie des adultes, proportion des sexes, etc. ; seule la durée de vie des larves a été différente, plus élevée dans le cas des souches résistantes. Pour RAMADE (1968), les durées moyennes du développement larvaire de *Musca domestica* sont les mêmes pour les souches sensibles et résistantes au lindane, mais pour ces dernières, la variance est plus grande. Ainsi que cet auteur l'a fait, beaucoup de chercheurs ont étudié les variations de longévité, de fécondité, de durées de développement des lignées résistantes en présence de faibles doses de pesticides. Il y a là une difficulté de travail et d'interprétation des résultats ; il est permis de se demander s'il faut étudier les potentialités biotiques des races résistantes en les soustrayant à l'action des faibles doses d'insecticides auxquelles elles sont normalement soumises dans les conditions de la pratique agricole ou domestique. Toutes nos expériences ont été réalisées de manière identique pour les deux lignées, en l'absence de tout contact avec des produits organo-halogénés.

Les données bibliographiques concernant les Diptères Muscides phytophages sont rares. Chez la Mouche du Chou, *Chorthophila brassicae* MEIG., READ et BROWN (1966) observent que la longévité d'une souche résistante à la dieldrine, obtenue dans les conditions naturelles, est supérieure à celles des insectes sensibles ; cette différence subsiste après plusieurs générations élevées en serre et chez les hybrides obtenus par croisement avec une race sensible ; elle est augmentée par back-cross. Dans nos essais, la longévité des femelles d'*H. antiqua* résistantes a également été plus grande. Pour READ et BROWN, la fécondité des femelles de la race résistante de

Ch. brassicae a été plus élevée, ce que nous n'avons pas observé pour la Mouche de l'Oignon. HARRIS et SVEC (1966) confirment les résultats de READ et BROWN.

Aucune observation biologique comparative n'a été faite à notre connaissance sur les différentes races d'*H. antiqua*, bien que le mode de transmission du facteur de résistance à l'aldrine ait été étudié par TOWGOOD et BROWN (1962).

En conclusion, les différences que nous avons observées ne suffisent pas pour expliquer les phénomènes de pullulation intense notés dans les régions où des races résistantes se sont développées. Au contraire même, les diminutions de la fécondité et de la ponte totale, si elles motivent en partie les difficultés d'élevage signalées en laboratoire, ne sont pas en accord avec les faits d'observation en conditions de culture; elles le sont d'autant moins que les phénomènes de surpopulation entraînent, par ailleurs, une grande mortalité larvaire et nymphale, ainsi qu'une chute supplémentaire de la fécondité imaginale (p. 84). Les causes des pullulations sont certainement très complexes. Il n'est pas exclu que la présence de faibles doses d'insecticides dans les sols exerce un éventuel effet compensateur de stimulation sur la fécondité d'*H. antiqua*, ce que nous n'avons pas constaté pour notre part. Il est beaucoup plus vraisemblable que, antérieurement à l'époque d'utilisation de l'aldrine, la culture était possible dans les zones traditionnelles de production, parce qu'*H. antiqua* n'y bénéficiait pas de conditions très favorables à sa pullulation. L'emploi des produits organo-halogénés en traitements généralisés des sols a permis de protéger totalement ces zones et d'étendre la culture à des régions écologiquement moins bonnes. Le développement des phénomènes de résistance a provoqué un retour à l'état antérieur; mais les fluctuations naturelles de population sont amplifiées par suite de la disparition des parasites et des prédateurs: les conditions climatiques en restent les seuls facteurs déterminants. Ces considérations sont sans doute valables pour d'autres insectes, par exemple pour la Mouche de la Carotte, *Psila rosae* FAB., qui donne lieu aux mêmes phénomènes qu'*H. antiqua*, dans les mêmes régions.

Reçu pour publication en juillet 1971.

REMERCIEMENTS

L'analyse statistique des résultats relatés ici a été réalisée au laboratoire de Biométrie du C. N. R. A., à Versailles. Nous remercions vivement son directeur, M. J. ARNOUX, pour toute l'aide qu'il nous a accordée.

SUMMARY

COMPARATIVE STUDY OF THE BIOLOGY OF *HYLEMYIA ANTIQUA* M. STRAINS, SENSITIVE AND RESISTANT TO ORGANOCHLORINE INSECTICIDES

A comparative study of a sensitive and a resistant strain of *Hylemyia antiqua* M., was made of the following topics:

Development under different environmental conditions: the rates of development of larvae and pupae, in relation to temperature, are very close; however, significant slight differences have been observed.

Regulation of seasonal cycle : the determinism is exactly the same in both strains regardless of the combinations of temperature to which larvae and young pupae are exposed ; the same percentage of pupae in diapause is always obtained. The elimination of the latter takes place in the same way with regard to both strains.

Vitality and fertility : the vitality of the resistant strains appears to be inferior to that of the sensitive strains ; the mortality rates are higher. The fertility of adults is lower.

Life cycle and reproduction under natural conditions : the annual biological cycle is the same for both types of strains. However, extremely high reproduction rates are observed in resistant onion flies as a result of the destruction of natural enemy populations, overpopulation results in a considerable decrease of fertility and a high mortality of pupae and larvae ; however, this is not enough to restrict damages.

ZUSAMMENFASSUNG

VERGLEICHENDE BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG EMPFINDLICHER UND RESISTENTER *HYLEMYIA ANTIQUA* M.-STÄMME GEGENÜBER INSEKTIZIDEN AUF BASIS CHLORIRTER KOHLENWASSERSTOFFE

Die vergleichende Untersuchung eines empfindlichen und eines resistenten Stammes von *Hylemyia antiqua* M. befasste sich mit folgenden Punkten :

Entwicklung unter verschiedenen Milieubedingungen : Die Entwicklungsgeschwindigkeiten der Larven und Puppen im Verhältnis zur Temperatur streuen wenig. Es wurden jedoch schwache signifikante Unterschiede beobachtet.

Regulierung des jahreszeitlichen Zyklus : Die Entwicklungssteuerung ist bei beiden Stämmen genau die gleiche. Ungeachtet der Temperaturkombinationen, denen man die Larven und jungen Puppen aussetzt, erhält man immer den gleichen Prozentsatz von Puppen in der Diapause. Diese wird für die beiden Stämme in der gleichen Weise ausgeschaltet.

Vitalität und Fruchtbarkeit : Die resistenten Stämme scheinen eine geringere Vitalität zu besitzen als die empfindlichen. Die Mortalitätsraten sind höher. Die Fruchtbarkeit der Imagines ist geringer.

Zyklus und Fortpflanzung unter natürlichen Bedingungen : Beide Stämme haben den gleichen jährlichen biologischen Zyklus. Nach der Vernichtung der Populationen natürlicher Feinde beobachtet man eine sehr starke Vermehrung der resistenten Zwiebelfliege ; die Überpopulation bewirkte also ein erhebliches Absinken der Fruchtbarkeit bei den Imagines und eine grosse Sterblichkeit der Puppen und Larven, was aber nicht genügt, die Schäden einzuschränken.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BROWN A. W. A., 1959. Résistance des Arthropodes aux insecticides. **38^e monographie de l'O.M.S.**, Genève, 260 p.
- BROWN A. W. A., 1960. Mechanisms of resistance against insecticides. *Ann. Rev. Ent.*, **5**, 301-326.
- GORDON H. T., 1961. Nutritional factors in insect resistance to chemicals. *Ann. Rev. Ent.*, **6**, 27-54.
- GRATZ N. G., 1966. The effect of the development of dieldrin resistance on the biotic potential of house flies in Liberia. *Acta Tropica*, **23**, 108-136.
- HARRIS C. R., SVEC H. J., 1966. Mass rearing of the cabbage maggot under controlled environmental conditions, with observations on the biology of cyclodiene susceptible and resistant strains. *J. econ. ent.*, **59**, 569-573.
- HENNEQUIN J., 1970. Appréciation des niveaux de résistance de la Mouche de l'Oignon (*Hylemyia antiqua* MEIG.) aux insecticides organo-chlorés. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, **2**, 261-279.
- KNUTSON H., 1959. Changes in reproductive potential in house flies in response to dieldrin. *Misc. Publ. Ent. Soc. Amer.*, **1**, 27-32.
- METCALF R. L., 1955. Physiological basis for insect resistance to insecticides. *Physiological Reviews.*, **35**, 197-232.
- MISSONIER J., ARNOUX J., PORTIER G., OUDINET R., ANDRÉ M., 1964. Problèmes de protection contre les Mouches du Chou, de l'Oignon et de la Carotte, en rapport avec le développement de lignées résistantes vis-à-vis des produits insecticides organo-halogénés. *Phyt. Phyto.*, **13**, 15-32.

- MISSENNIER J., STENGEL M., 1966. Étude des facteurs de fécondité des adultes de *Chortophila brassicae* B., *Hylemyia antiqua* MEIG. et *Pegomyia betae* CURT. *Ann. Epiph.*, **17**, 5-41.
- MISSENNIER J., 1972. Influence de la température et de la durée de développement sur le déterminisme de la diapause d'*Hylemyia antiqua* MEIG. (*Dipt. Muscidae*). *Ann. Zool. Ecol. anim.*, à paraître.
- OPPENORTH F. J., 1965. Biochemical genetics of insecticides resistances. *Ann. Rev. Ent.*, **10**, 185-206.
- RAMADE F., 1968. Contribution à l'étude du mode d'action de certains insecticides de synthèse, plus particulièrement du lindane, et des phénomènes de résistances à ces composés chez *Musca domestica* L., *Ann. Inst. nat. agro.*, Paris, **5**, N. S. (1967), 268 p.
- READ D. C., BROWN A. W. A., 1966. Inheritance of dieldrin resistance and adult longevity in the cabbage maggot *Hylemyia brassicae* B., *Can. J. Genet. Cytol.*, **8**, 71-84.
- SMITH J. N., 1962. Detoxication mechanisms. *Ann. Rev. Ent.*, **7**, 465-476.
- TOWGOOG J. G., BROWN A. W. A., 1962. Inheritance of dieldrin resistance in the onion maggot. *Can. J. Genet. Cytol.*, **4**, 160-171.

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Le manuscrit doit être dactylographié sur papier format 21 × 27, avec un double interligne, au recto seulement. Chaque page sera numérotée et des feuilles séparées seront utilisées pour les références bibliographiques, les tableaux, les légendes des figures et graphiques, etc.

Au début de chaque mémoire, on indiquera : — *le titre du mémoire* : il ne devra pas comporter d'abréviations ni de formules chimiques (sauf pour les isotopes) ; — *le nom des auteurs*, précédé des initiales du prénom pour les hommes, du prénom complet pour les femmes ; — *le nom des techniciens* ayant collaboré à l'étude relatée, précédé de la mention : avec la collaboration technique de... ; — *le nom de l'établissement*, dans lequel ont été effectuées les recherches et son adresse.

Les mémoires seront rédigés, autant que possible, d'après le plan ci-dessous :

a) *résumé* suffisamment précis (250 mots maximum) pour que sa lecture renseigne sur la nature du travail et son importance ; b) *introduction* dans laquelle on indique l'objet des recherches entreprises en relation avec les travaux déjà effectués dans le domaine ; c) *techniques expérimentales et matériel utilisé*, en donnant, sous une forme concise, tous les détails nécessaires pour que le lecteur puisse répéter les expériences ; d) *résultats*, à présenter de la manière la plus brève possible ; e) *discussion et conclusion* ; f) *résumé* anglais ou destiné à être traduit en anglais comportant une analyse complète de l'article ; g) *remerciements* pour les collaborateurs, les fonds les dons... ; h) *références bibliographiques*.

Les travaux originaux en anglais doivent présenter la même composition que les mémoires rédigés en français, mais ils comportent obligatoirement un résumé français très complet. Les figures, graphiques, tableaux et photographies seront sous-titrés en français.

Pour les autres documents (notes, mises au point, revues, rapports, etc.) l'auteur devra suivre un plan logique et le mettre en évidence par une titration appropriée.

Les références bibliographiques doivent être citées dans le texte de la manière suivante : (DUPONT et DUVAL, 1954). Lorsque la référence comporte plus de trois auteurs, seul le premier auteur sera mentionné, suivi de *et al.* A la fin de l'article, les références constituant la bibliographie doivent être citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs, et par ordre de dates pour un même auteur.

Pour les articles : le (s) nom (s) de (s) auteur (s) suivi (s) des initiales du (des) prénom (s) ; la date de parution de l'article ; le titre de l'article (dans la langue originale pour l'allemand, l'anglais, l'italien, l'espagnol et en français dans tous les autres cas, avec indication entre parenthèses de la langue d'origine, sauf si l'auteur étranger a sous-titré dans l'une des quatre langues mentionnées) : le titre du périodique en abrégée selon la *World List of Scientific Periodicals*, ou le *Bulletin Signalétique du C. N. R. S.* ; le volume ; la première et la dernière page de l'article.

Pour les ouvrages : le nom de l'auteur avec les initiales du prénom ; la date de l'édition ; le titre complet de l'ouvrage dans la langue originale, sans abréviations (pour les langues utilisant des alphabets autres que l'alphabet latin, la traduction du titre sera donnée entre parenthèses, avec mention de la langue d'origine) ; le volume ; la première et la dernière page du paragraphe se rapportant aux résultats discutés, et, si l'on cite l'ouvrage en entier, le nombre de volumes et le nombre total de pages ; le numéro de l'édition s'il y en a plusieurs ; le nom de l'éditeur ; le lieu de l'édition. Si l'ouvrage est collectif, on indiquera en plus le nom de l'auteur du chapitre cité, le nom des rédacteurs principaux, précédé de la mention « in », le titre de l'ouvrage.

La mention de « communications personnelles » ou « données non publiées » etc. doit être faite entre parenthèses. Lorsque l'auteur a relevé une référence dans une revue d'« Abstracts », le mentionner à la fin de la référence, entre parenthèses.

Les tableaux, dessins, graphiques, cartes, photographies, doivent être fournis à part. Les tableaux et figures doivent faire l'objet de deux numérotations distinctes, en chiffres arabes l'une et l'autre.

Les auteurs peuvent disposer leurs tableaux soit dans le sens de la largeur de la revue, soit dans le sens de la longueur. Dans le sens de la largeur, le total des signes et des espaces disponibles est de 100. Dans le sens de la longueur, il est de 155. Les tableaux en longueur, c'est-à-dire ceux pouvant disposer de 155 signes, ne seront admis que s'ils comprennent plus de 8 lignes de chiffres, de manière qu'une page entière de la revue ne soit pas occupée par un tableau très long et très étroit. Les graphiques ne doivent pas faire double emploi avec les tableaux.

Les légendes et les énoncés des graphiques et dessins doivent être dactylographiés sur feuille séparée et porter les numéros des figures.

Les graphiques, schémas, cartes, dessins d'appareils seront envoyés à l'état de projets, leur exécution définitive étant confiée au Bureau de Dessin de l'I. N. R. A. Seules deux réductions à l'impression sont admises : soit × 0,5, soit × 0,25.

Il est rappelé que le format utile des *Annales* est : 12,5 × 19 cm ; ces dimensions ne doivent pas être dépassées.

Photographies : Il est recommandé de fournir des épreuves bien contrastées sur papier blanc, et de préférence en format 9 × 12. Si les photographies doivent être associées pour constituer des planches, on adoptera les normes suivantes : 2 photos 9 × 12,4 photos 9 × 5,5, 6 photos 5,5 × 5,5. Dans ce cas, chaque photo devra porter un numéro en chiffres arabes visible après clichage.

Les légendes des photographies doivent être dactylographiées sur feuilles séparées et porter les numéros des figures.

Correction des épreuves : les auteurs recevront une épreuve à corriger.

Envoi du manuscrit : M. BILIOTTI, Centre national de Recherches agronomiques, 78 - Versailles, France. On demande deux exemplaires.

Le Directeur-Gérant : M. L. CAGNAC

Impression Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 4-1972.

Dépôt légal : 2^e trimestre 1972 N° d'impression : 175.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

PÉRIODIQUES

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1972	France	Étranger	Le N°
ANNALES AGRONOMIQUES, 6 n°s par an	125 F	135 F	25 F
ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES, 4 n°s par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE PHYTOPATHOLOGIE, 4 n°s par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE ZOOLOGIE - ÉCOLOGIE ANIMALE, 4 n°s par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE ZOOTECHNIE, 4 n°s par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE, 4 n°s par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE BIOLOGIE ANIMALE, BIOCHIMIE, BIOPHYSIQUE, 4 n°s par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DES SCIENCES FORESTIÈRES, 4 n°s par an	75 F	80 F	25 F
ANNALES DE GÉNÉTIQUE ET DE SÉLECTION ANIMALE, 4 n°s par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE RECHERCHES VÉTÉRINAIRES, 4 n°s par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES D'HYDROBIOLOGIE, 2 n°s par an	50 F	55 F	35 F
ANNALES D'ÉCONOMIE ET DE SOCIOLOGIE RURALES, 2 n°s par an	40 F	44 F	20 F

APIDOLOGIE, 4 n°s par an — Abonnement : France : 30 F
 Étranger sauf R. F. A. : 35 F
 — Le numéro : France : 9 F
 Étranger sauf R. F. A. : 10 F

DERNIERS OUVRAGES PARUS

La lutte biologique en forêt, Pont-à-Mousson, 12-14 novembre 1969.

212 p., 1971 45,00 F

VIII^e Symposium européen sur les maladies à virus des arbres fruitiers. Bordeaux, 24-30 juin 1970.

560 p., 1971 65,00 F

Essai de programmation de la Recherche (Département agronomie) par D. Macquart, R. Gras, J. Mamy.

70 p., 1971 30,00 F

Quatrième Congrès mondial I. A. A. L. D., Paris 20-25 avril 1970.

342 p., 1971 53,75 F

Les maladies des plantes - Modes de développement et méthodes de lutte. Traduit de l'anglais par J. Louvet.

236 p., 1971 43,00 F

Les maladies des plantes maraîchères par C.-M. Messiaen et R. Lafon. 2^e édition mise à jour.

441 p., 1971 64,50 F

Techniques d'études des facteurs physiques de la Biosphère.

544 p., 1970 86,00 F

Comptes rendus de la 4^e Conférence trisannuelle de l'Association européenne pour la Recherche sur la pomme de terre, Brest, 8-13 septembre 1969.

298 p., 1970 48,37 F

Colloque franco-soviétique sur l'utilisation des entomophages, Antibes, mai 1968.

134 p., 1970 35,00 F

Symposium sur la physiologie de la coquille de l'œuf.

280 p., 1970 70,00 F

Les demandes d'abonnements et les commandes doivent être adressées au Service des Publications de l'Institut nationale de la Recherche agronomique, route de Saint-Cyr, 78 - Versailles.
 Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des Publications de l'I. N. R. A., par virement postal à son compte courant : 9064-43 Paris, sans mentionner d'adresse, ou par bons U. N. E. S. C. O.
 Les demandes peuvent être souscrites également par l'intermédiaire des libraires dans les conditions habituelles.
 A Paris, bureau de vente : 11, rue Jean Nicot.

TABLE DES MATIÈRES

W. DELLA GIUSTINA. — Étude sur les fluctuations des populations d'insectes vivant dans les serres légumières de la région parisienne.....	5
R. CAUSSE. — Ontogenèse des cellules reproductrices chez <i>Ceratitis capitata</i> WIEDEMANN (Diptère <i>Trypetidae</i>)	35
P. F. GALICHET. — Contribution à l'étude de trois pyrales de la Canne à sucre appartenant au genre néotropical <i>Diatraea</i> GULDING.....	55
J.-P. CHAMBON. — Contribution à l'étude de la biologie de <i>Microgaster tiro</i> REINH. Hyménoptère <i>Braconidae</i> , parasite de la Tordeuse des céréales : <i>Cnephasia pumicana</i> ZELLER Lepidoptère <i>Tortricidae</i>	65
J. MISSENNIER, E. BRUNEL. — Étude comparative de la biologie de deux souches d' <i>Hylemyia antiqua</i> MEIG., l'une sensible et l'autre résistante aux produits insecticides organo-halogénés	83

CONTENTS

W. DELLA GIUSTINA. — Study on the fluctuations of insects populations living in vegetable glasshouses in the Parisian region.....	5
R. CAUSSE. — The ontogenesis of reproductive cells in <i>Ceratitis capitata</i> WIED. (Diptera, <i>Trypetidae</i>)	35
P. F. GALICHET. — Contribution to the study of three Sugar cane <i>Pyralidae</i> belonging to the neotropical genus <i>Diatraea</i> GULDING.....	55
J.-P. CHAMBON. — Contribution to the study of the biology of <i>Microgaster tiro</i> REINH. (Hymenoptera, <i>Braconidae</i>) parasite of the Tortricid moth <i>Cnephasia pumicana</i> ZELLER (Lepidoptera <i>Tortricidae</i>) on cereals.....	65
J. MISSENNIER, E. BRUNEL. — Comparative study of the biology of <i>Hylemyia antiqua</i> M. strains, sensitive and resistant to organochlorine insecticides.....	83

Les Annales de Zoologie-Écologie animale figurent dans Current Contents